

UZAMSAL İLİŞKİLER TESTİNİN GELİŞTİRİLMESİ: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMALARI*

Neşe DOKUMACI SÜTÇÜ**
Behçet ORAL***

ÖZET

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerinin uzamsal ilişkiler becerisi üzerine çoktan seçmeli bir test geliştirmek amaçlanmıştır. Testin geliştirilme aşamasında, kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü alındıktan sonra testten altı madde çıkarılmış ve 24 maddelik test geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları için 303 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Testin faktör yapılarını belirlemek amacıyla maddeler arası tetrakorik korelasyon matrisine dayalı olarak açımlayıcı faktör analizi yapılmış, iki madde testten çıkarılarak iki faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Daha sonra testin iki faktörlü yapısının bir model olarak doğrulanıp doğrulanmadığı belirlemek için asimptotik kovaryans matrisi ile ağırlıklı en küçük kareler yönteminden yararlanılarak doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Testteki bir maddenin faktör yükü .30'dan küçük ve hata varyansı .90'dan büyük olduğu için madde testten çıkarılmış ve iki faktörlü yapının yeterli uyum indekslerine sahip olduğu görülmüştür. Kalan 21 madde için madde analizi yapılmış; testin farklı güçlük düzeylerine ve yüksek ayırt ediciliğe sahip maddelerden oluşan, orta güçlükte ve ayırt ediciliği yüksek bir test olduğu ortaya çıkmıştır. Birinci faktör için KR-20 iç tutarlılık katsayısı .79, ikinci faktör için .73 ve testin geneli için .74 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uzamsal yetenek, uzamsal ilişkiler, test geliştirme, geçerlik, güvenilirlik

DEVELOPMENT OF SPATIAL RELATIONS TEST: VALIDITY AND RELIABILITY STUDIES

ABSTRACT

In this study, it was aimed to develop a multiple choice test about middle school students spatial relations skills. In the test development phase, after taking expert opinion for content and face validity, the six items were removed from the test and the test with 24 item was applied to 303 seventh-grade student for validity and reliability studies. In order to determine the factor structures of the test, explanatory factor analysis was performed via the Tetrachoric Correlation Matrix between the items and a two-factor structure was obtained by being removed the two items from the test. Afterwards, confirmatory factor analysis was performed by using the Asymptotic Covariance Matrix and the Weighted Least Squares Method in order to determine whether the two-factor structure of the test was confirmed as a model. Since the factor loading of the one item was less than .30 and the error variance was greater than .90, the item was extracted from the test and it was seen that the two-factor structure had sufficient fit index. Item analysis was performed for the remaining 21 items; the test was found to be moderately difficult and highly distinctive which consists of items with different difficulty levels and highly distinctive. The KR-20 internal consistency coefficient was calculated to be 0.79 for the first factor, 0.73 for the second factor and .74 for the entire test.

Keywords: Spatial ability, spatial relations, test development, validity, reliability

* Bu araştırma, Prof. Dr. Behçet ORAL danışmanlığında yapılan doktora tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

**Arş. Gör. Dr., Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ndokumaci@dicle.edu.tr

***Prof. Dr., Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Eğitimi Bölümü, oralbehect@dicle.edu.tr

1.GİRİŞ

Yaşadığımız dünyayı, görüntüler yoluyla keşfederiz. Bu nedenle doğumdan itibaren çevremizdeki dünyayla etkileşimimizi sağlayan ve dünyayı anlamlandırılmamıza yarayan nesnelere ve yaşadığımız alanlar hakkındaki bilgilerin zihnimize bir görüntüsünü tutma ve bunları manipüle etme becerilerine sahip olmamız gerekmektedir. Bu beceri alan yazında “uzamsal yetenek” olarak adlandırılmaktadır.

Uzamsal yetenek; Linn ve Petersen’a (1985, s.1482) göre “sembolik ve dilsel olmayan bilgiyi temsil etme, dönüştürme, oluşturma ve hatırlama yeteneği”, Tartre’ye (1990, s.216) göre “ilişkileri görsel olarak anlama, manipüle etme, yeniden düzenleme ve yorumlama ile ilgili zihinsel beceriler”, Hendroanto’na (2015, s.11) göre “ilişkileri görsel olarak anlama, manipüle etme, yeniden düzenleme ve yorumlama becerisi”, Turgut, Cantürk Günhan ve Yılmaz’a (2009, s.318) göre “nesneleri ve karşılaşılan durumu görsel olarak zihinde ele alma gücü” olarak tanımlanmaktadır. Uzamsal bir görüntüyü yaratma ve düzenleme süreçlerinden oluşan uzamsal yetenek (Hauptman, 2010), uzaydaki nesnelere şekli, boyutu ve hareketi hakkında yorum yapma ve yargıya varma ile ilgilidir (Freina ve Ott, 2014). Uzamsal bir görüntünün algılanmasını, depolanmasını, hatırlanmasını, yeniden oluşturulmasını, düzenlenmesini ve iletilmesini sağladığı için genel bilişin önemli bir yapı taşıdır (Osberg, 1997). Uzamsal yetenek ile ilgili literatüre incelendiğinde, uzamsal yeteneğin alt boyutlarının olduğu ve bu alt boyutların sayısı ve anlamları konusunda araştırmacılar arasında çeşitli görüşler olduğu görülmektedir. Örneğin Guilford ve Lacey (1947) ile Guilford ve Zimmerman (1947) tarafından yapılan çalışmalarda uzamsal yetenek, “uzamsal görselleştirme” ve “uzamsal ilişkiler” olmak üzere iki bileşende incelenirken McGee uzamsal yeteneğin “uzamsal görselleştirme” ve “uzamsal yönelim” olmak üzere iki alt bileşenden söz etmiştir (McGee, 1979). Lohman (1979) uzamsal yetenek için “uzamsal görselleştirme”, “uzamsal yönelim” ve “uzamsal ilişkiler” bileşenlerini kapsayan üç faktörlü bir model önerirken, Pellegrino, Alderton ve Shute (1984) Lohman’ın yapmış olduğu çalışmadan yararlanarak uzamsal yeteneğin en az iki bileşenin varlığından bahsetmişler ve bu bileşenlerin “uzamsal görselleştirme” ve “uzamsal ilişkiler” olduğunu ifade etmişlerdir. Miyake, Friedman, Rettinger, Shah ve Hegarty (2001) yapmış oldukları çalışmada ise uzamsal yeteneği; “uzamsal görselleştirme”, “uzamsal ilişkiler” ve “algı hızı” olmak üzere üç bileşende ele almışlardır. Contero, Naya, Company, Saorin ve Conesa (2005), literatürde uzamsal yeteneğin birbirinden farklı sınıflandırmaları olduğunu ve araştırmaların çoğunun üç büyük uzamsal faktör olan “uzamsal ilişkiler”, “uzamsal görselleştirme” ve “uzamsal yönelim” bileşenlerinin varlığını desteklediklerini ifade etmişlerdir. Pittalis ve Christou (2010) da uzamsal yeteneğin “uzamsal görselleştirme”, “uzamsal ilişkiler” ve “uzamsal yönelim” olmak üzere üç büyük uzamsal yetenek faktöründen oluştuğunu iddia ederek önceden Lohman’ın öngördüğü uzamsal yetenek modelini yapmış olduğu araştırma ile tekrar doğrulamıştır. Uzamsal yetenekle ilgili literatür incelendiğinde, araştırmacıların uzamsal yeteneği çok çeşitli şekilde sınıflandırdıkları görülmektedir. Uzamsal yeteneğin önemli alt bileşenlerinden biri olan “uzamsal ilişkiler” bileşenini Lohman (1979, s.188) “zihinde döndürme problemlerini hızlı bir şekilde çözme yeteneği”; Pellegrino ve diğer. (1984, s.240), “bir nesnenin zihinde dönüşüm veya rotasyon süreçlerini hızlı ve doğru bir şekilde yapabilme yeteneği”; Olkun ve Altun (2003, s.2) “öğrencinin iki ve üç boyutlu geometrik formları bir bütün olarak zihninde evirip çevirebilmesi ve onları çeşitli konumlanışlarda tanıyabilmesi”; Contero ve diğer. (2005, s.25) ise “nesneleri iki boyutta zihinsel olarak döndürebilme becerisi” olarak tanımlamışlardır. Lohman (1979) bu

bileşende temel unsurun zihinde döndürme olduğunu ifade etmiştir. Pittalis ve Christou (2010), uzamsal ilişkiler testlerinin iki ve üç boyutlu zihinde döndürme öğelerinin hızlandırılmış performansını gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Aşağıda uzamsal ilişkiler bileşenini ölçmek amacıyla hazırlanan kâğıt-kalem testlerinden literatürde en çok bilinenlere ait örnek sorulara yer verilmiştir.

“Uzamsal ilişkiler” bileşenine ait örnek sorulara 1976 yılında Guay tarafından geliştirilen Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Döndürmeler örnek olarak verilebilir (Titus ve Horsman, 2009). Lohman (1979) ve Miyake ve diğer. (2001) bu bileşenin Kart Döndürme gibi testlerle ölçülebileceğini ifade etmişlerdir. Pellegrino ve diğer. (1984) uzamsal ilişkiler bileşeninin belirlenmesi amacı ile Shepard ve Metzler’in Zihinde Döndürme, Kart Döndürme, Küp Karşılaştırma ve Thurstone’un Temel Zihinsel Yetenekler Testlerinin kullanıldığını belirtmişlerdir. Martín-Gutiérrez, Saorín, Martín-Dorta ve Contero (2009) uzamsal ilişkiler bileşeninin Zihinde Döndürme Testi; Pittalis ve Christou (2010) ise Kart Döndürme, Küp Karşılaştırma ve Nesne Döndürme Testleri ile ölçülebileceğini ifade etmişlerdir.

Temel Zihinsel Yetenekler Testi, 1958 yılında Thurstone tarafından geliştirilmiştir. Testte, soldaki şeklin aynısının sağdaki seçenekler arasından bulunması istenmektedir. Bu testin kullanıldığı araştırmalarda (Bernreuter ve Goodman, 1941; Kaya, Koç ve Soyer, 2017; Vandenberg, 1959) test lise ya da üniversite öğrencilerine uygulanmıştır.

Zihinsel Döndürme Testi, 1971 yılında Shepard ve Metzler tarafından geliştirilmiştir. Testte, örnek olarak verilen şeklin farklı yön ve açılarda döndürülmüş iki ayrı formunun dört seçenek içinde bulunup işaretlenmesi istenmektedir. Bu testin kullanıldığı birçok araştırmada (Kozhevnikov, Kosslyn ve Shephard, 2005; Masters ve Sanders, 1993; Özcan, Akbay ve Karakuş, 2016; Pietsch ve Jansen, 2012), test üniversite öğrencilerine uygulanmıştır.

Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (Döndürmeler), 1976 yılında Guay tarafından geliştirilmiştir. Testte, üç boyutlu bir cisim ve döndürülmüş halinin görüntüsü verilmektedir. Testte istenen ise verilen üçüncü bir şekle aynı döndürme işlemi uygulandığında oluşan yeni görüntünün bulunmasıdır. Bu testin kullanıldığı birçok araştırmada (Battista, Wheatley ve Talsma, 1982; Kösa, 2011; Sorby ve Baartmans, 2000; Topaloğlu 2011; Turğut, Yenilmez ve Balbağ, 2017; Urgan, 2011; Yılmaz, 2012), test lise ya da üniversite öğrencilerine uygulanmıştır.

Kart Döndürme Testi, 1976 yılında Ekstrom, French ve Harman tarafından geliştirilmiş ve 1996 yılında Delialioğlu tarafından Türkçe’ye çevrilmiştir. Testte, dikey çizginin solundaki şekille sağdaki sekiz şekli karşılaştırıp aynı olup olmadığını bulmak istenmektedir. Bu testin kullanıldığı birçok araştırmada (Bulut ve Köroğlu, 2000; Delialioğlu, 1996; Hegarty ve Waller, 2004; Kayhan, 2005; Kozhevnikov ve Hegarty, 2001; Kozhevnikov, Hegarty ve Mayer, 2002; Mayer ve Sims, 1994; Petrusic, Varro ve Jamieson, 1978; Tekin, 2007, Turğut, 2010), test lise ya da üniversite öğrencilerine uygulanmıştır.

Küp Karşılaştırma Testi, 1976 yılında Ekstrom, French ve Harman tarafından geliştirilmiş ve 1996 yılında Delialioğlu tarafından Türkçe’ye çevrilmiştir. Testte, üzerlerinde harf, rakam veya şekil bulunan iki küp çifti verilmekte ve küplerin aynı olup olmadığı sorulmaktadır. Bu testin kullanıldığı birçok araştırmada (Bulut ve Köroğlu,


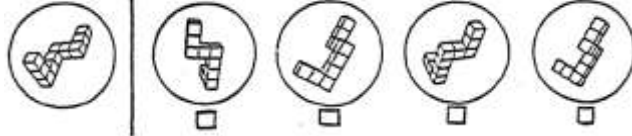
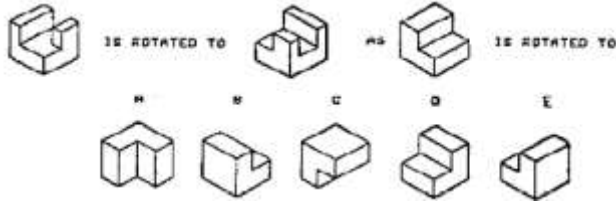

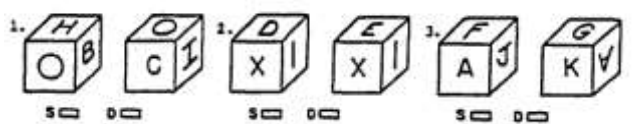
2000; Delialioğlu, 1996; Kayhan, 2005; Kozhevnikov ve Hegarty, 2001; Kozhevnikov ve diğer., 2002; Lord ve Rupert, 1995; Tekin, 2007, Turğut, 2010), test lise ya da üniversite öğrencilerine uygulanmıştır.

Nesne Döndürme Testi, 2002 yılında Demetriou, Christou, Spanoudis ve Platsidou tarafından geliştirilmiştir. Testte, çizginin altında verilen üç boyutlu şekillerden hangisinin üstteki şekil ile aynı olmadığı sorulmaktadır. Pittalis ve Christou (2010) tarafından yapılan araştırmada test ortaokul ve lise öğrencilerine uygulanmıştır.

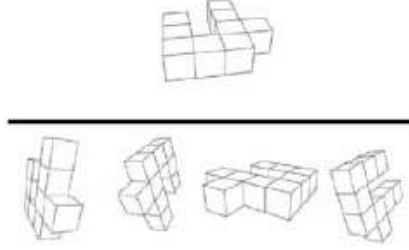
Tablo 1’de uzamsal ilişkiler bileşenini ölçmek amacıyla hazırlanan testlere ait sorulara ve bu testleri geliştirenlere yer verilmiştir.

Tablo 1.

Uzamsal ilişkiler bileşenini ölçmeye yönelik örnek sorular

İLGİLİ TESTLER - GELİŞTİREN(LER)	TESTLERDE YER ALAN SORULAR
Thurstone Temel Zihinsel Yetenekler Testi (Thurstone, 1958)	
Zihinsel Döndürme Testi (Shepard ve Metzler, 1971)	
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Döndürmeler (Guay, 1976)	
French Reference Kit Kart Döndürme Testi (Ekstrom, French ve Harman, 1976)	
French Reference Kit Küp Karşılaştırma Testi (Ekstrom, French ve Harman, 1976)	

Nesne Döndürme Testi
(Demetriou, Christou,
Spanoudis ve Platsidou,
2002)



Pellegrino ve diğer. (1984) bu beceriyi ölçmek için kullanılan standart testlerde, öğrencilerin kâğıt üzerinde verilen iki ve üç boyutlu nesneden hangisinin ilk gösterilen şeklin döndürülmüş hali olduğuna karar vermeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Olkun (2003) ile Turğut (2007) da yapmış oldukları araştırmada uzamsal ilişkiler bileşeninin iki ve üç boyutlu zihinde döndürme ve küp karşılaştırma soruları ile ölçülebileceğini belirtmişlerdir. İki boyutta zihinde döndürme ile ilgili zihinsel eylemler FRT Kart Döndürme ve Temel Zihinsel Yetenekler Testi gibi testlerle ölçülmektedir. Üç boyutta zihinde döndürme ile ilgili zihinsel eylemler Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (Döndürmeler), Nesne Döndürme Testi, Shepard ve Metzler'in Zihinsel Döndürme Testi gibi testlerle ölçülmektedir. Küp karşılaştırma ile ilgili zihinsel eylemler ise FRT Küp Karşılaştırma Testi ile ölçülmektedir. Görüldüğü üzere iki boyutta zihinde döndürme, üç boyutta zihinde döndürme ve küp karşılaştırma gibi zihinsel eylemlere genellikle lise ve üniversite öğrencilerinin seviyelerine uygun, farklı uzamsal ilişkiler testlerinde yer verilmiştir. Nesne Döndürme Testi ise, ortaokul ve lise öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerini ölçmek amacıyla geliştirilmiş olup, sadece üç boyutlu zihinde döndürme ile ilgili zihinsel eylemleri içermektedir.

Görüldüğü üzere uzamsal ilişkiler becerisini ölçmek için farklı araştırmacılar tarafından farklı örneklemelere (özellikle lise ve üniversite) uygulanmak üzere geliştirilmiş testler mevcuttur. Ancak literatürde yer alan testler arasında hem ortaokul seviyesine uygun, hem de iki boyutta zihinde döndürme, üç boyutta zihinde döndürme ve küp karşılaştırma becerilerini farklı soru tipleri ile aynı testte ölçen herhangi bir teste rastlanmamıştır. Piaget'e göre soyut düşünmenin başladığı ve hızla geliştiği dönem ilköğretim ikinci kademedir (Senemoğlu, 2012). Beşinci ve altıncı sınıf öğrencileri yaşları itibarıyla somut düşünmeden soyut düşünmeye geçiş döneminin başındadırlar. Bu nedenle bu araştırmada soyut düşünme becerisi gerektiren uzamsal ilişkiler becerisinin ölçülebilmesi için soyut işlemler döneminde olan yedinci sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Bu nedenle bu araştırma ile uzamsal yeteneğin önemli bileşenlerinden biri olan uzamsal ilişkiler becerisi üzerine hem yedinci sınıf seviyesine uygun hem de iki ve üç boyutlu uzamsal ilişkiler becerileri farklı soru tipleri ile aynı testte ölçen daha kapsamlı çoktan seçmeli bir test geliştirmek amaçlanmıştır.

2.YÖNTEM

Bu araştırma, ortaokul öğrencilerinin uzamsal ilişkiler becerilerini ölçmeye yönelik bir test geliştirme çalışmasıdır. Araştırmanın bu kısmında, çalışma grubuna, geliştirilen ölçme aracına ve geliştirme sürecine, verilerin analizine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

2.1. Çalışma Grubu

Testin pilot uygulaması 2016–2017 eğitim-öğretim yılında Diyarbakır ili merkez ilçelerinde bulunan beş farklı ortaokulda öğrenim gören 303 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların %54'ü kız (n=164) ve %46'sı ise erkek (n=139) öğrencilerden oluşmaktadır.

Aynı veri setinde hem açıklayıcı faktör analizinin (AFA) hem de doğrulayıcı faktör analizinin (DFA) kullanılıp kullanılmayacağı konusunda araştırmacılar arasında bir fikir ayrılığı vardır (Doğan, Soysal ve Karaman, 2017; Hurley ve diğer., 1997; Sindik, 2013). Aynı örneklem üzerinde AFA ve DFA yapılabileceğini belirten araştırmacılar olduğu gibi (Worthington ve Whittaker, 2006; Van Prooijen ve Van Der Kloot, 2001), eğer örneklem yeterince büyükse örnekleme rastgele bölünerek iki farklı örnekleme AFA ve DFA yapılabileceğini öneren araştırmacılar da mevcuttur (Fabrigar, Wegener, MacCallum ve Strahan, 1999; Henson ve Roberts, 2006). Kılıç ve Koyuncu (2017) tarafından yapılan doküman incelemesi araştırmasında AFA ve DFA'yı aynı çalışmada yapan 65 araştırmacının %67.69'unda AFA ve DFA aynı örneklem üzerinde yürütülürken, %32.31'inde ise AFA ve DFA için farklı örneklem kullanılmıştır. Bu çalışmada da gerek zaman ve maddi olanaklar göz önünde bulundurularak, AFA ve DFA aynı örneklem üzerinde yürütülmüştür.

Testin geliştirme aşamasında, öncelikle literatürde yer alan FRT Kart Çevirme, FRT Küp Karşılaştırma, Wheatley Uzamsal Yetenek, Shepard ve Metzler Zihinde Döndürme, Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürmeler testleri incelenmiştir. Literatürde yer alan testlerden yararlanılarak ilk aşamada iki boyutlu zihinde döndürme, üç boyutlu zihinde döndürme ve küp karşılaştırma becerilerine ait dört seçenekli toplam 30 maddeden oluşan Uzamsal İlişkiler Testi (UİT) hazırlanmıştır. Testte yer alan sorular hazırlanırken, SketchUp çizim programından ve online bir izometrik çizim aracı olan NCTM ILLUMINATIONS İzometrik Drawing Tool'dan (<https://illuminations.nctm.org/activity.aspx?id=4182>) yararlanılmıştır. Hazırlanan taslak test kapsam geçerliği, görünüş geçerliği ve öğrenci seviyesine uygunluk için matematik eğitimi alanında sekiz, ölçme ve değerlendirme alanında bir öğretim üyesinin ve iki ortaokul matematik öğretmeninin görüşlerine sunulmuştur. Matematik eğitimi alanındaki çalışan bir öğretim üyesinin, yüksek lisans ve doktora tezi uzamsal yetenek ile ilgilidir. Aynı zamanda öğretim üyesinin uzamsal yetenek ile ilgili çok sayıda yerli ve yabancı çalışması bulunmaktadır. Öğretim üyelerinden ve öğretmenlerden alınan dönütler doğrultusunda UİT'deki madde sayısının fazla olduğu gerekçesiyle testten altı madde çıkarılmış ve kalan maddeler üzerinde gerek şekilsel gerek soru ifadelerinde değişiklikler yapılmıştır. Ayrıca testteki maddelerin öğrenciler açısından anlaşılır olup olmadığını belirlemek için test üç öğrenciye uygulanmış, maddelerde anlaşılmayan yerlerde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Uzman görüşü alındıktan sonra geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları için öğrencilere uygulanan 24 maddelik UİT'deki her bir alt beceriye ait soru sayısı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2.

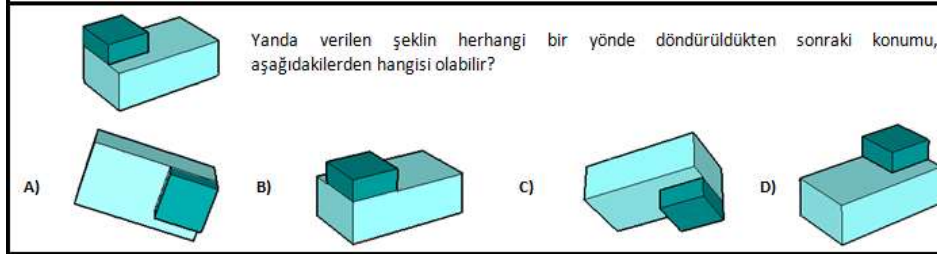
UİT'deki her bir alt beceriye ait soru sayısı

Uzamsal İlişkiler Testi	İki Boyutlu Uzamsal İlişkiler	Üç Boyutlu Uzamsal İlişkiler	
	Zihinde Döndürme	Zihinde Döndürme	Küp Karşılaştırma
SORU SAYISI	12	8	4
TOPLAM	24		

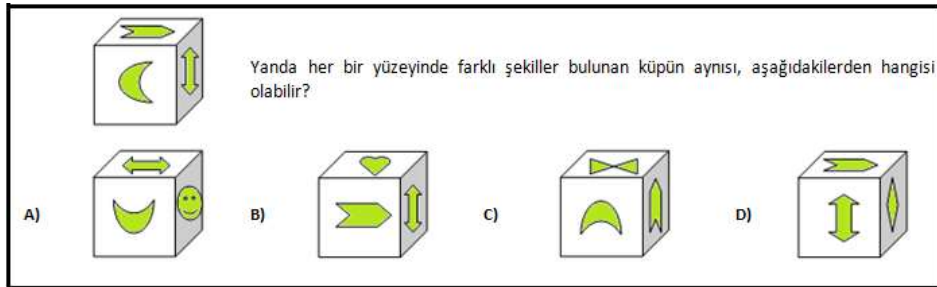
Aşağıda UİT'de yer alan iki boyutlu zihinde döndürme, üç boyutlu zihinde döndürme, küp karşılaştırma sorularına ait birer örnek verilmiştir.



Şekil 1. İki boyutlu zihinde döndürme



Şekil 2. Üç boyutlu zihinde döndürme



Şekil 3. Küp karşılaştırma

2.2. Verilerin Analizi

Öğrencilerin teste verdikleri yanıtlar öncelikle A, B, C, D şeklinde “Microsoft Office Excel” programına işlenmiştir. Daha sonra bu veriler, doğru yanıtlanmış maddeler için “1”, yanlış yanıtlanmış ve boş bırakılmış maddeler için “0” olacak şekilde yapay olarak iki kategorili kesikli hale dönüştürülmüştür.

İlk olarak, testten elde edilen puanların normal dağılıp dağılmadığı “SPSS 21” programı ile test edilmiştir. Dağılımın normalliğinin incelenmesinde, üç yöntem vardır. Bunlardan birincisi histogram, normal Q-Q, detrended normal Q-Q ve kutu-çizgi grafiği gibi grafikler ile inceleme; ikincisi basıklık ve çarpıklık değerleri gibi istatistiklerin kullanılması, üçüncüsü ise Shapiro-Wilk ve Kolmogorov Smirnov hipotez testlerin kullanılmasıdır. Özellikle 100 ve daha geniş örneklemelerde grafik yöntemi örneklerden görece bağımsız olduğu için grafik ile inceleme daha sık kullanılmaktadır. Buna rağmen hipotez testlerin kullanımında ise örneklem büyüklüğü arttıkça küçük farkların anlamlı çıkma olasılığının artma eğilimi vardır. Dolayısıyla UİT 303 öğrenciye uygulandığından dolayı, testten elde edilen puanların normalliğinin incelenmesinde histogram, normal Q-Q, detrended normal Q-Q, kutu-çizgi grafikleri ile basıklık ve çarpıklık değerleri dikkate alınmıştır (Büyüköztürk, 2011; Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012).

Testin faktör yapılarını belirlemek için maddeler arası tetrakorik korelasyon matrisi üzerinden AFA yapılmıştır. Bunun için, “FACTOR 10.3.01” ve “SPSS 21” programlarından yararlanılmıştır. Tetrakorik korelasyon katsayısı normal dağılıma sahip olduğu halde yapay olarak iki kategorili hale getirilmiş iki değişken arasındaki korelasyonun hesaplanmasında kullanılmaktadır (Baykul ve Güzeller, 2014; Kan, 2011). Öğrencilerin maddelere verdikleri yanıtlar yapay olarak 1-0 şeklinde iki kategorili hale dönüştürüldüğü için tetrakorik korelasyon matrisi üzerinden AFA yapılmıştır. Ancak AFA’dan önce Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett Küresellik (Sphericity) test sonuçlarına bakılarak, verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığı test edilmiştir.

AFA sonucunda elde edilen faktör yapılarının, bir model olarak doğrulanıp doğrulanmadığını belirlemek amacıyla DFA uygulanmıştır. DFA, faktör analizi üzerine kurulu hipotezlerin test edilmesi amacıyla kullanılan bir tekniktir (Kline, 2011). Bunun için, “LISREL 8.54” programından yararlanılmıştır. LISREL’de aksi belirtilmediği takdirde, yapılan analizlerde en yüksek olabilirlik kestirim (maximum likelihood) yöntemi ve korelasyon ya da kovaryans matrisleri kullanılmaktadır. Eğer data 1-0 şeklinde kategorik ise asimptotik kovaryans matrisi (asymptotic covariance matrix) ile ağırlıklı en küçük kareler (weighted least squares) yönteminin kullanılması önerilmektedir (Kline, 2011; Şimşek, 2007). Araştırmada, veriler yapay olarak 1-0 şeklinde iki kategorili hale dönüştürüldüğü için yapılan DFA’da asimptotik kovaryans matrisi ile ağırlıklı en küçük kareler yönteminden yararlanılmıştır.

AFA ve DFA sonrasında madde güçlüğü, ayırt edicilik ve doğru cevap dışındaki seçeneklerinin (çeldiricilerinin) işlerliği ile ilgili bulguları ortaya koymak için A, B, C, D olarak işlenen veriler üzerinden “ITEMAN 3” programı ile madde analizi yapılmıştır. Madde ile ölçülmek istenen özellik doğası itibarıyla gerçekte sürekli bir değişken iken yapay olarak iki kategorili kesikli hale getirilen madde puanları ile sürekli değişken olma özelliğine sahip test puanları arasındaki ilişki çift serili korelasyon katsayısı (biserial) ile belirlenebilir (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2011; Kan, 2011). Bu nedenle ayırt etme gücü olarak, çift serili korelasyon katsayısı (biserial) dikkate alınmıştır.

KR-20, bir test maddesine verilen cevaplar 0 ve 1 ile puanlandığında testlerin güvenilirliğini belirlemek için kullanılan iç tutarlılık güvenilirlik katsayısıdır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Bu nedenle, veriler 0 ve 1 ile puanlandığından testin güvenilirliğini belirlemek için ITEMAN 3 programı ile KR-20 (alpha) iç tutarlılık güvenilirlik katsayı hesaplanmıştır.

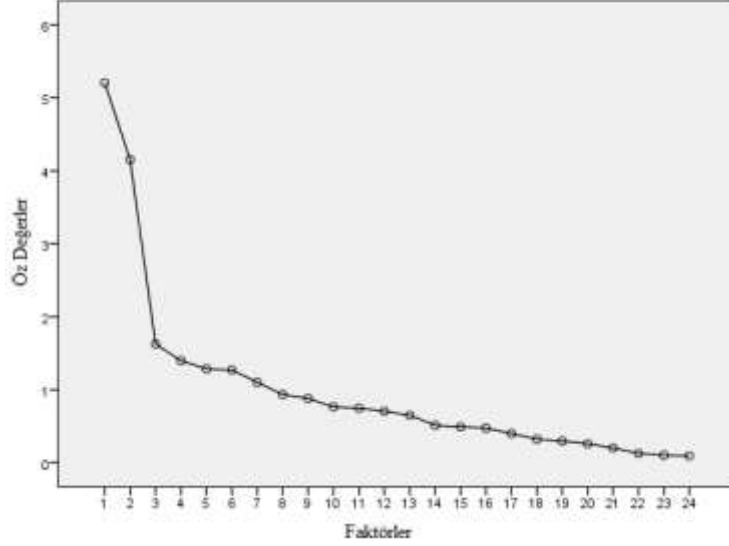
3. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde, UİT'nin açıklayıcı faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi, madde analizi ve güvenilirlik analizlerine yönelik bulgulara yer verilmiştir.

3.1. Açıklayıcı Faktör Analizi

UİT'nin, faktör yapılarını belirlemek amacıyla öncelikle AFA yapılmıştır. AFA gerçekleştirilmeden önce veri setinin faktör analizi için uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ilk olarak örneklem büyüklüğü incelenmiştir. UİT'nin uygulandığı 303 kişilik örneklem büyüklüğünün Kline'a (1994) göre faktör analizi için yeterli olduğu söylenebilir (Akt. Çokluk ve diğer., 2012). Ayrıca, veri setinin faktörleşmeye uygun olup olmadığını belirlemek için, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett Küresellik Testi incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, KMO değerinin 0.79 ve Bartlett Küresellik Testi sonucunda elde edilen ki-kare değerinin anlamlı olduğu görülmüştür, [$\chi^2(276)=1330.8$, $p=.000$]. KMO değerinin 0.70'in üzerinde olması, örneklem büyüklüğünün faktör analizi yapabilmek için yeterli olduğu; ki-kare değerinin anlamlı çıkması ise verilerin çok değişkenli normal dağılımdan geldiği anlamına gelmektedir (Seçer, 2013). Aynı zamanda, basıklık (-.331) ve çarpıklık (-.404) değerlerinin +1, -1 aralığında olması ve histogram, normal Q-Q, detrended normal Q-Q, kutu-çizgi grafiklerinin normal dağılım özelliği göstermelerinden dolayı dağılımın normale yakın olduğuna karar verilmiştir (Büyüköztürk, 2011; Çokluk ve diğer., 2012).

Testin faktör yapılarını belirlemek için maddeler arası tetrakorik korelasyon matrisi üzerinden yapılan AFA sonucunda, öz değeri 1'in üzerinde 7 faktör olduğu gözlenmiştir. Ancak AFA'da önemli faktör sayısına karar vermede öz değer ile birlikte, açıklanan varyans oranı ve faktörlerin öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiğinin dikkate alınması önerilir (Büyüköztürk, 2011). Temel bileşenler analizi yöntemi ile herhangi bir döndürme yapılmadan elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, birinci faktör toplam varyansa %21.69 (öz değer=5.21) ve ikinci faktör %17.30 (öz değer=4.15) oranında bir katkı sağlamaktadır. Üçüncü ve diğer faktörlerin toplam varyansa katkısı sırasıyla % 6.78 (öz değer=1.63), %5.82 (öz değer=1.40), %5.36 (öz değer=1.29), %5.30 (öz değer=1.27) ve %4.59 (öz değer=1.10) dir. İlk iki bileşenin önemli ölçüde varyansa katkı sağladığı, üçüncü bileşenden itibaren bu katkının azaldığı ve birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Buna göre, faktör sayısının iki olarak belirlenmesine karar verilebilir ancak faktörlerin öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiğinin de dikkate alınması gerekir. Şekil 4'te faktörlerin öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiği verilmiştir.



Şekil 4. UİT'nin faktör öz değerlerine ait çizgi grafiği

Şekil 4'teki çizgi grafiği incelendiğinde, üçüncü noktadan sonra eğim azalmakta ve üçüncü noktadan sonraki bileşenlerin varyansa yaptıkları katkıların hem küçük hem de birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Testin geliştirilmesi sürecinde belirlenen teorik yapıda beklenen faktör yapısı ile uyumlu olması açısından da, faktör sayısının iki olmasına karar verilmiştir.

İki faktör ile sınırlandırılıp temel bileşenler analizi ve varimax döndürme işlemi ile maddeler iki ayrı faktörde toplanmıştır. İlk 12 madde birinci faktörde, son 12 madde ikinci faktörde toplanmıştır. Belirlenen faktörler, birinci faktör için "İki Boyutlu Uzamsal İlişkiler" ve ikinci faktör için "Üç Boyutlu Uzamsal İlişkiler" olarak isimlendirilmiştir. Maddeler binişiklik ve faktör yük değerlerinin kabul düzeyini karşılayıp karşılamaması açısından değerlendirildiğinde, 8 ve 18. maddenin faktör yük değerinin her iki faktör için .30'dan düşük olduğu görülmüştür. Faktör analizinde faktör yükünün en az .30 olması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2011; Çokluk ve diğer., 2012; Seçer, 2013). Bu nedenle her iki madde .30 kabul düzeyinin altında olduğu için testten çıkarılmasına karar verilmiştir. UİT'nin son durumdaki faktör yükleri ve açıkladıkları varyans oranlarına ilişkin bilgiler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.
UİT'nin faktör yükleri ve açıkladıkları varyans oranları

Madde Numarası	2B Uzamsal İlişkiler Faktör Yükleri	Madde Numarası	3B Uzamsal İlişkiler Faktör Yükleri
1.	.70	13.	.58
2.	.85	14.	.56
3.	.44	15.	.63
4.	.84	16.	.55
5.	.45	17.	.53
6.	.78	19.	.46
7.	.74	20.	.66
9.	.77	21.	.65
10.	.44	22.	.73
11.	.36	23.	.65
12.	.77	24.	.71
Açıklanan Varyans %23.37		Açıklanan Varyans %18.54	
Toplam Varyans: %41.91			

Tablo 3'te, 8 ve 18. maddenin analiz dışı bırakılması ile birlikte geriye kalan maddelerin faktör yük değerlerinin birinci faktör için .36 ile .85, ikinci faktör için .46 ile .73 arasında değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca, açıklanan varyans oranlarının, birinci faktör için %23.37, ikinci faktör için %18.54 ve her iki faktör için toplam varyansın ise %41.91 olduğu görülmektedir.

3.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi

AFA sonucunda, UİT'nin iki faktörlü yapısının bir model olarak doğrulanıp doğrulanmadığı birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmiştir. Yapılan DFA sonucunda ilk kontrol edilmesi gereken, t değerlerinin anlamlılık düzeyidir (Çokluk ve diğer., 2012). Analize dâhil edilen 22 madde için t değerlerinin 5.75 ile 29.19 arasında değiştiği belirlenmiştir. Kline'a (2011) göre t değerlerinin 1.96'dan büyük olması .05 düzeyinde; 2.58'den büyük olması ise .01 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Buna göre, tüm t değerlerinin .01 düzeyinde anlamlı olduğu söylenebilir. Bunun yanında, 11. madde hariç standardize edilmiş katsayılar (faktör yükleri) birinci faktör için .35 ile .81 ve ikinci faktör için .37 ile .64; hata varyansları ise birinci faktör için .35 ile .88 ve ikinci faktör için .59 ile .86 arasında değişmektedir. Seçer'e (2015) göre DFA'da her bir faktörün yük değerinin en az .30 olmasına ve Kline'a (2011) göre hata varyanslarının .90'dan küçük olmasına dikkat edilmelidir. 11. maddenin ise faktör yükü (.28) .30'dan küçük ve hata varyansı (.92) .90'dan büyük olduğu için 11. maddenin testten çıkarılmasına karar verilmiştir.

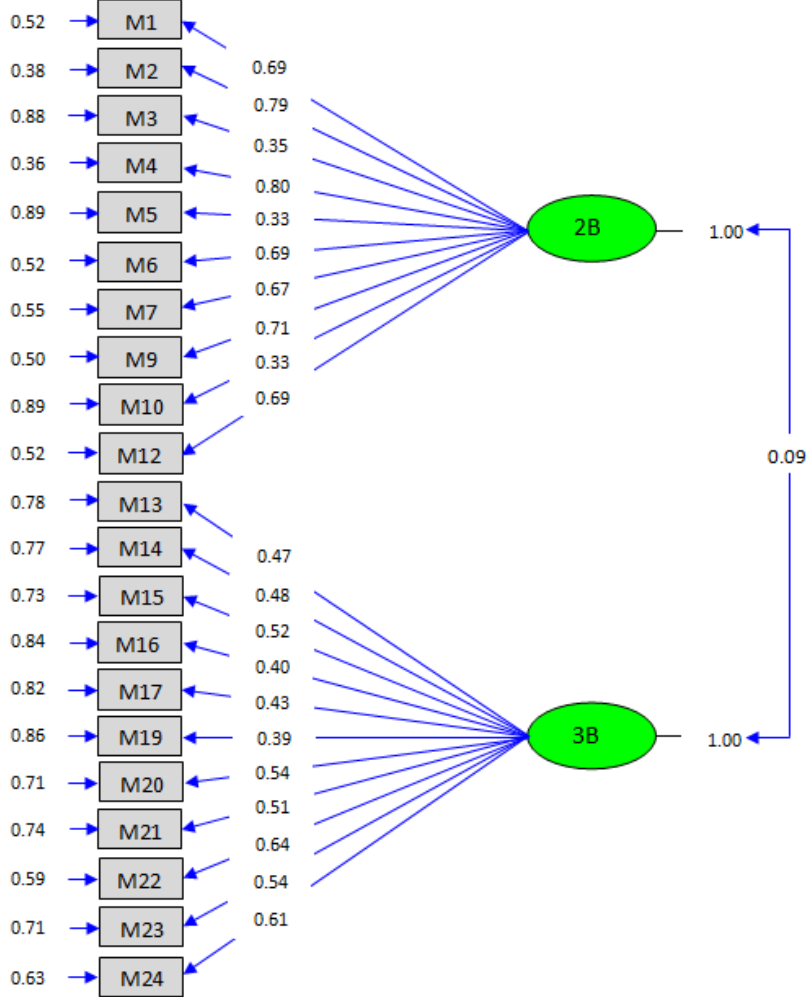
11. madde testten çıkarıldıktan sonra kalan 21 madde için yapılan DFA sonucunda t değerleri, standardize edilmiş katsayıları ve hata varyanslarında değişiklik gözlenmiştir. Yeni t değerlerinin 6.59 ile 28.23 arasında ve .01 düzeyinde anlamlı olduğu görülmüştür. Şekil 5'te görüldüğü üzere, yeni standardize edilmiş katsayılar (faktör yükleri) birinci faktör için .33 ile .80 ve ikinci faktör için .39 ile .64; yeni hata varyansları ise birinci faktör için .36 ile .89 ve ikinci faktör için .59 ile .86 arasında değişmektedir.

DFA’da sınanan modelin yeterliliğini ortaya koymak üzere pek çok uyum indeksi kullanılmaktadır. Bu araştırmada yapılan DFA için ki-kare ve serbestlik derecesi oranı (χ^2/sd), tahmin hatalarının ortalamasının karekökü (RMSEA), iyilik uyum indeksi (GFI), düzeltilmiş iyilik uyum indeksi (AGFI), standartlaştırılmış hata kareleri ortalamasının karekökü (SRMR), normlaştırılmamış uyum indeksi (NNFI) ve karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI) incelenmiştir. Uyum indekslerine ilişkin dikkate alınması gereken değerlendirme ölçütleri hakkında araştırmacılar arasında fikir ayrılıkları bulunmaktadır (Weston ve Gore, 2006). Bununla birlikte genel olarak χ^2/sd oranının 3’ün altında olması mükemmel uyuma, 5’in altında olması orta düzey uyuma karşılık gelmektedir (Çokluk ve diğer., 2012). RMSEA’nın .05’ten küçük olması mükemmel, .08’den küçük olması kabul edilebilir uyuma; GFI ile AGFI indekslerinin .90’ın üzerinde olması mükemmel uyuma, .85’in üzerinde olması kabul edilebilir uyuma; NNFI ile CFI indekslerinin .95’in üzerinde olması mükemmel uyuma, .90’ın üzerinde olması kabul edilebilir uyuma karşılık gelmektedir (Marcholudis ve Schumacher, 2007; Akt. Seçer, 2015). SRMR’nin ise .05’ten küçük olması mükemmel uyum ve .10’dan küçük olması kabul edilebilir uyum ölçütü olarak alınmaktadır (Bayram, 2013; Hu ve Bentler, 1999; Kline, 2011). Buna göre; 11. madde çıkarıldıktan sonra yapılan DFA’da sınanan modelin yeterliliğini ortaya koymak amacıyla incelenen uyum indeks değerleri ve uyum indekslerine ilişkin kabul edilebilir ve mükemmel uyum değerleri doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar ise Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4.*UİT’nin uyum indeks değerleri ve sonuçlar*

Uyum İndeksleri	Uyum İndeks Değerleri	Sonuç
χ^2	259.54 (p=.00 sd=188)	
χ^2/sd	1.38	Mükemmel Uyum
RMSEA	.035	Mükemmel Uyum
GFI	.97	Mükemmel Uyum
AGFI	.96	Mükemmel Uyum
SRMR	.073	Kabul Edilebilir Uyum
NNFI	.91	Kabul Edilebilir Uyum
CFI	.92	Kabul Edilebilir Uyum

Tablo 4’e göre, χ^2/sd , RMSEA, GFI ve AGFI indeksleri mükemmel uyum; SRMR, NNFI ve CFI indeksleri kabul edilebilir uyum göstermektedir. Buna göre, 21 maddelik UİT’ye ait incelenen uyum indekslerine ilişkin mükemmel ve kabul edilebilir uyum ölçütleri, AFA’dan elde edilen iki faktörlü yapının birinci düzey DFA sonucunda, bir model olarak doğrulandığını göstermektedir. UİT’nin birinci düzey DFA’dan elde edilen iki faktörlü modeline ilişkin path diagramı Şekil 5’te görülmektedir.



Şekil 5. UİT'nin birinci düzey DFA'dan elde edilen iki faktörlü modeline ilişkin path diagramı

İkinci düzey DFA modellerinde, ikinci düzeyi tanımlayabilmek için en az üç birinci düzey faktör olmalıdır. Aksi takdirde, ikinci düzeyden birinci düzeye olan doğrudan etki yetersiz bir biçimde tanımlanmış olabilir. Ayrıca her birinci düzey faktör, en az iki göstergeye sahip olmalıdır (Kline, 2011). Şekil 5'te, UİT'nin birinci düzey faktör sayısının iki ve birinci düzey faktörlerin ise ikiden fazla göstergesi olduğu görülmektedir. Birinci düzey faktör sayısı üçten az olduğundan dolayı, ikinci düzey DFA gerekliliklerinden biri karşılanmamış ve ikinci düzey DFA yapılamamıştır.

3.3. Madde Analizi

UİT'de yer alan 21 maddenin işlevliliğini yapı geçerliliğine ilişkin kanıtlarla birlikte değerlendirmek amacıyla madde analizi yapılmıştır. Tablo 5'te UİT'nin madde analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 5.*UİT'nin madde analizi sonuçları*

Madde Numarası	2B Uzamsal İlişkiler		Madde Numarası	3B Uzamsal İlişkiler	
	Ayırt Edicilik	Güçlük		Ayırt Edicilik	Güçlük
1.	.76	.46	13.	.64	.59
2.	.91	.36	14.	.63	.55
3.	.54	.57	15.	.67	.60
4.	.92	.45	16.	.60	.26
5.	.55	.46	17.	.61	.60
6.	.83	.44	19.	.55	.45
7.	.78	.42	20.	.69	.52
9.	.80	.38	21.	.69	.36
10.	.54	.54	22.	.76	.38
12.	.78	.48	23.	.68	.45
			24.	.74	.38
Toplam	.74	.45	Toplam	.66	.47

Tablo 5'te görüldüğü gibi, UİT'de yer alan maddelerin ayırt edicilik düzeylerinin birinci faktör için .54 ile .92, ikinci faktör için .55 ile .76 arasında değiştiği; testin ortalama ayırt edicilik düzeyinin ise birinci faktör için .74 ve ikinci faktör için .66 olduğu tespit edilmiştir. Testte yer alan maddelerin güçlük düzeylerinin birinci faktör için .36 ile .57, ikinci faktör için .26 ile .60 arasında değiştiği; testin ortalama güçlük düzeyinin ise birinci faktör için .45 ve ikinci faktör için .47 olduğu tespit edilmiştir. Tekin'e (2010) göre ayırt edicilik düzeyleri .40 ve daha büyük olan maddeler ayırt etme gücü yüksek olan maddelerdir. Ayrıca, testte yer alan maddeler farklı güçlük düzeylerine sahip olmalı ve testin ortalama güçlüğü ise .50 civarında olmalıdır. Bununla birlikte, Kan'a (2011) göre testte yer alan maddelerin güçlük indekslerinin ortalaması .50 olacak şekilde, indeksler .10 ile .90 arasında dağılım göstermelidir. Buna göre, UİT farklı güçlük düzeyleri ve yüksek ayırt ediciliğe sahip maddelerden oluşan, orta güçlükte ve ayırt ediciliği yüksek bir test olduğu ifade edilebilir. Bunun dışında testte yer alan tüm maddelerdeki ayırt edicilik gücü, doğru cevabın dışında diğer seçeneklerde negatif olması da maddelerin geçerliklerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

3.4. Güvenirlilik

UİT'nin 10 maddeden oluşan birinci faktör için KR-20 iç tutarlılık katsayısı .79 ve 11 maddeden oluşan ikinci faktör için KR-20 iç tutarlılık katsayısı .73 olarak hesaplanmıştır. Testin geneline ait KR-20 iç tutarlılık katsayısı .74 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak, güvenirlilik katsayısı .70 ve üzerinde olan testlerin güvenilir olduğu kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2011, Urbina, 2004). Buna göre, UİT'nin güvenilir bir test olduğu söylenebilir.

UİT'nin kapsam ve görünüş geçerliliği için uzman görüşleri alındıktan sonra, açılımlayıcı faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi, madde analizi ve güvenirlilik çalışmaları ile 21 maddeden oluşan testin geçerli ve güvenilir bir test olduğu ortaya konmuştur.

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada uzamsal yeteneğin önemli bileşenlerinden biri olan uzamsal ilişkiler becerisi üzerine hem yedinci sınıf seviyesine uygun hem de iki ve üç boyutlu zihinde döndürme ve küp karşılaştırma becerilerini aynı test ile ölçen çoktan seçmeli bir test geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla geliştirilen 21 maddelik uzamsal ilişkiler testi toplam 303 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen bir çalışmayla ortaya konmuştur. Kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü aldıktan sonra öncelikle testin faktör yapılarını belirlemek amacıyla maddeler arası tetrakorik korelasyon matrisi üzerinden açımlayıcı faktör analizi yapılmış ve 8. ve 18. maddeler testten çıkarılarak “iki boyutlu uzamsal ilişkiler” ve “üç boyutlu uzamsal ilişkiler” şeklinde iki faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Daha sonra testin iki faktörlü yapısının bir model olarak doğrulanıp doğrulanmadığı belirlemek için asimptotik kovaryans matrisi ile ağırlıklı en küçük kareler yönteminden yararlanılarak doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. 11. maddenin faktör yükü .30’dan küçük ve hata varyansı .90’dan büyük olduğu için 11. madde testten çıkarılmış ve iki faktörlü yapının yeterli uyum indekslerine sahip olduğu görülmüştür. Kalan 29 madde için madde analizi yapılmış; testin farklı güçlük düzeylerine ve yüksek ayırt ediciliğe sahip maddelerden oluşan, orta güçlükte ve ayırt ediciliği yüksek bir test olduğu ortaya çıkmıştır. 10 maddeden oluşan birinci faktör için KR-20 iç tutarlılık katsayısı .79 ve 11 maddeden oluşan ikinci faktör için .73 olarak hesaplanmıştır. Testin geneline ait KR-20 iç tutarlılık katsayısı .78 olarak hesaplanmıştır. Literatürde uzamsal ilişkiler becerilerini ölçmeye yönelik geliştirilen testlerin genellikle güvenilirlikleri ile bilgilerine yer verilmiş ve güvenilir testler oldukları vurgulanmıştır. Örneğin Ekstrom, French, Harmon ve Derman (1976) tarafından geliştirilen ve Delialioğlu (1996) tarafından Türkçe’ye çevrilen Kart Döndürme ve Küp Karşılaştırma Testlerinin güvenilirlik katsayıları sırasıyla .80 ve .84’dir. Bununla birlikte Guay (1976) tarafından geliştirilen Purdue Uzamsal Görselleştirme Testinin güvenilirlik katsayısı ise .80’dir. Bu testte ise kapsam geçerliği için uzman görüşü aldıktan sonra testin açımlayıcı faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi, madde analizi ve güvenilirlik çalışmalarına yer verilerek uzamsal görselleştirme testinin geçerli ve güvenilir bir test olduğu ortaya konmuştur. Bu araştırma kapsamında geliştirilen testten yola çıkılarak araştırmacılara, uzamsal yeteneğin farklı bileşenlerini konu edinen farklı sınıf seviyelerine uygun testler geliştirmeleri önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Battista, M. T., Wheatley, G. H., & Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in preservice elementary teachers, *Journal for Research in Mathematics Education*, 13 (5), 332- 340.
- Baykul, Y., & Güzeller C. O. (2014). *Sosyal bilimler için istatistik: SPSS uygulamalı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bayram, N. (2013). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş, AMOS uygulamaları*. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Bernreuter, R. G., & Goodman, C. H. (1941). A study of the Thurstone Primary Mental Abilities Tests applied to freshman engineering students. *Journal of Educational Psychology*, 32(1), 55.
- Bulut, S., & Köroğlu, S. (2000). On birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 56–61.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö., & Köklü, N. (2011). *Sosyal bilimler için istatistik*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Contero, M., Naya, F., Company, P., Saorin, J. L., & Conesa, J. (2005). Improving visualization skills in engineering education. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 25(5), 24-31.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları* (2.baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Delialioğlu, Ö. (1996). *Contribution of students' logical thinking ability, mathematical skills and spatial ability on achievement in secondary school physics*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Demetriou, A., Christou, C., Spanoudis, G., & Platsidou, M. (2002). *The development of mental processing: Efficiency, working memory, and thinking*. Monographs of the Society of Research in Child Development (Serial Number 267).
- Doğan, N., Soysal, S., & Karaman, H. (2017). Aynı örnekleme açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi uygulanabilir mi?. *Pegem Atf İndeksi*, 373-400.
- Ekstrom, R. B., Dermen, D., & Harman, H. H. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272–299.

- Freina, L., & Ott, M. (2014). *Discussing implementation choices for serious games supporting spatial and orientation skills. ICERI2014 Proceedings*, 5182-5191.
- Guay, R. (1976). *Purdue Spatial Vizualization Test*. Educational testing service.
- Günhan, B. C., Yılmaz, S., & Turgut, M. (2009). Uzamsal yetenek hakkında bir bilgi seviyesi incelenmesi. *Education Sciences*, 4(2), 317-326.
- Hauptman, H. (2010). Enhancement of spatial thinking with Virtual Spaces 1.0. *Computer & Education*, 54, 125-135.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191.
- Hendroanto, A. (2015). *Developing students' spatial ability in understanding three-dimensional representations*. Unpublished Master Thesis, Universitas Negeri Surabaya.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Hurley, Scandura, Schriesheim, Brannick, Seer, Vandenberg, & William. (1997). Exploratory and confirmatory factor analysis: guidelines, issues, and alternatives. *Journal of Organizational Behavior*, 18, 667-683.
- Kan, A. (2011). Ölçme aracı geliştirme. S.Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme içinde* (ss.250). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Kaya, H. B., Koç, M., & Soyer, F. (2017). Öğrencilerin spor yapma durumlarına göre temel yeteneklerinin incelenmesi. In *Congress Chairman* (p. 278).
- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability*. Yayınlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Kılıç, A. F., & Koyuncu, İ. (2017). Ölçek uyarlama çalışmalarının yapı geçerliği açısından incelenmesi. *Pegem Atf İndeksi*, 415-438.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object manipulation spatial ability and spatial orientation ability. *Memory & Cognition*, 29(5), 745-756.
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and Instruction*, 20(1), 47-77.
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & cognition*, 33(4), 710-726.
- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature*. Technical Report No.8, Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University.
- Lord, T. R., & Rupert, J. L. (1995). Visual-spatial aptitude in elementary education majors in science and math tracks. *Journal of Elementary Science Education, 7*(2), 47-58.
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Martín-Dorta, N., & Contero, M., (2009). Do video games improve spatial abilities of engineering students? *International Journal of Engineering Education, 25*(6), 1194-1204.
- Masters, M. S., & Sanders, B. (1993). Is the gender difference in mental rotation disappearing?. *Behavior genetics, 23*(4), 337-341.
- Mayer, R. E., & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of educational psychology, 86*(3), 389.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin, 86*(5), 889.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology General, 130* (4), 621- 640.
- Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning, 3*(1), 1-10.
- Olkun, S., & Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 2*(4), 86-91.
- Osberg, K. M. (1997). *Spatial cognition in the virtual environment*. Technical Report-97 18. Seattle: Human Interface Technology Laboratory, University of Washington.
- Özcan, K. V., Akbay, M., & Karakuş, T. (2016). Üniversite öğrencilerinin oyun oynama alışkanlıklarının uzamsal becerilerine etkisi. *Kastamonu Education Journal, 24*(1), 37-52.
- Pellegrino, J. W., Alderton, D. L., & Shute, V. J. (1984). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist, 19* (4), 239-253.
- Petrusic, W. M., Varro, L., & Jamieson, D. G. (1978). Mental rotation validation of two spatial ability tests. *Psychological Research, 40*(2), 139-148.

- Pietsch, S., & Jansen, P. (2012). Different mental rotation performance in students of music, sport and education. *Learning and Individual Differences*, 22(1), 159-163.
- Pittalis, M., & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 191-212.
- Seçer, İ. (2013). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi, analiz ve raporlaştırma*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Seçer, İ. (2015). *Psikolojik test geliştirme ve uyarlama süreci, SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Senemoğlu, N. (2012). *Gelişim, öğrenme ve öğretim, kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701-703.
- Sindik, J. (2013). Simple robust method for quasi-confirmatory factor analysis (Three examples). *Collegium antropologicum*, 37(4), 1071-1080.
- Sorby, S. A., & Baartmans, B. J. (2000). The Development and assessment of a course for enhancing the 3-D spatial visualization skills of first year engineering students. *Journal of Engineering Education*, 89(3), 301-307.
- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş, temel ilkeler ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Ekinoks Yayınları.
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 216–229.
- Tekin, A. T. (2007). *Dokuzuncu ve on birinci sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Tekin, H. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Yargı Yayınevi.
- Topaloğlu, İ. (2011). *Cabri 3d ile yapılan ders tasarımlarının öğrencilerin uzamsal görselleme ve başarılarına etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Turgut, M., Yenilmez, K., & Balbağ, M. Z. (2017). Öğretmen adaylarının mantıksal ve uzamsal düşünme becerileri: Bölüm, cinsiyet ve akademik performansın etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 265-283.
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Turğut, M. (2010). *Teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Urbina, S. (2004). *Essentials of psychological testing*. New Jersey: John Wiley & Sons. Inc.
- Uygan, C. (2011). *Katı cisimlerin öğretiminde google sketchup ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Van Prooijen, J. W., & Van Der Kloot, W. A. (2001). Confirmatory analysis of exploratively obtained factor structures. *Educational and Psychological Measurement*, 61(5), 777-792.
- Vandenberg, S. G. (1959). The primary mental abilities of Chinese students: A comparative study of the stability of a factor structure. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 79(1), 259-304.
- Weston, R., & Gore, P. A. (2006). A brief guide to structural equation modeling. *The Counseling Psychologist*, 34 (5), 719-751.
- Worthington, R. L., & Whittaker, T. A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6),806-838.
- Yılmaz, T. (2012). *Comparison of the effects of model – based and computer – based instruction on 9th grade students' spatial abilities and conceptual understanding of ionic lattice*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

We discover the world in which we live through images. Therefore, as from birth, we need to have the ability to keep an image of the information in our minds about the objects and spaces that we live which provide to interact with the world around us and to make sense of the world and to manipulate those. This skill is called "Spatial Ability" in the literature. Spatial ability is the skill to create an image of the visual stimulus that we see around us in the mind and manipulate those images in the mind. When literature related to spatial ability is examined, it is seen that researchers classify spatial ability in various ways. It seems in these classifications that skill of "spatial relations" is one of the important subcomponents of the spatial ability. There are tests called spatial relations or mental rotation which were developed by different researchers to be applied to different samples in order to measure this skill. However, among the tests in the literature, it was not encountered to any test not only do fit the seventh grade level as well measure two-dimensional mental rotation, three-dimensional mental rotation, and cube comparison skills by the same test. Therefore, the aim of this research which is on the subject of spatial relations skill, one of the crucial components of spatial ability, is to develop a more comprehensive multiple-choice test that is conformity with seventh grade level and that measures two and three dimensional spatial relations skills with the same test.

2. Method

The Spatial Relations Test (SRT) consisted of 30 items with four options at the first stage. After the expert opinion for content and appearance validity had been obtained, six items were removed from the test at the development phase of the test, and necessary corrections were made on the remaining items. In addition, the test was applied to three students in order to determine whether the test items were understandable for the students, and necessary corrections were made in places where the items were not understood. After the expert opinions had been received, the test consisting of 24 items was applied to the 303 seventh grade students who were studying in the central districts of Diyarbakır province in 2016-2017 educational years for validity and reliability studies. The answers of the students to the test were first recorded by using "Microsoft Office Excel" program as A, B, C, D. This data was then artificially converted into two discrete categories in the way that the "1" for correctly answered items and "0" for wrongly answered and blank items. The scores that were obtained from the test were tested by using the "SPSS 21" program whether they distribute normally. For this, histogram, normal Q-Q, detrended normal Q-Q, box-line graphs and kurtosis and skewness values were taken into consideration. After that, exploratory factor analysis was performed on the Tetrachoric Correlation Matrix between the items in order to determine the factor structures of the test. For this, "FACTOR 10.3.01" and "SPSS 21" programs were used. Confirmatory factor analysis was applied by using the Asymptotic Covariance Matrix and the Weighted Least Squares Method in order to determine whether the factor structures that were obtained from the result of exploratory factor analysis was verified as a model. For this, "LISREL 8.54" program was used. After exploratory and confirmatory factor analysis, item analysis was carried out by using the "ITEMAN 3" program through the data that were processed as A, B, C, D, in order to present the findings related to difficulty level of items, distinctiveness and operability of distractors. The KR-20 (alpha), internal

consistency reliability coefficient, was calculated by "ITEMAN 3" program in order to determine the reliability of the test.

3. Findings, Discussion and Results

After having received the expert opinions, the exploratory factor analysis was first done to determine the factor structures of the 24 item test which was applied to 303 students for validity and reliability studies. As a result of exploratory factor analysis, a two-factor structure "Two Dimensional Spatial Relations" consisting of 11 items and "Three Dimensional Spatial Relations" consisting of 11 items were obtained by excluding of the 8th ve18th items from the test. With the exclusion of the 8th ve18th items from the analysis, it was observed that the factor loadings of the remaining items changed between .36 and .85 for the first factor and between .44 and .73 for the second factor. Furthermore, it is seen that the explained variance ratios are 23.37 % for the first factor, 18.54% for the second factor, and total variance is 41.91% for both factors. As a result of confirmatory factor analysis which was made to determine whether the two-factor structure obtained from the result of exploratory factor analysis was confirmed as a model, since the factor loading of the 11th item was less than 30 and the error variance was greater than 90, the 11th item was extracted from the test and it was seen that the two-factor structure had sufficient fit index (χ^2 /sd:1.38, RMSEA:0.035, GFI:0.97, AGFI:0.96, SRMR: 0.073, NNFI:0.91, CFI:0.92). Material analysis was performed for the remaining 21 items; the test was found to be moderately difficult and highly distinctive which consists of items with different difficulty levels and highly distinctive. The KR-20 internal consistency coefficient was calculated to be .79 for the first factor consisting of 10 items, and .73 for the second factor consisting of 11 items. The KR-20 internal consistency coefficient belonging to the entire test was calculated as .74.

It was put forth with this study that the Spatial Relations Test consisting of 21 items was a valid and reliable test with exploratory factor analysis, confirmatory factor analysis, item analysis and reliability studies after the expert opinion for the content and appearance validity had been obtained. Based on the test which was developed in the scope of the research, it is suggested that researchers should develop comprehensive tests which accord with different class levels and which take different components of spatial ability into consideration.