



DEVELOPMENT OF SPATIAL VISUALIZATION TEST: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY♦

*Neşe Dokumacı Sütçü^{*1}, Behçet Oral²*

¹Dicle University, Ziya Gökalp Faculty of Education, Diyarbakır, Turkey

²Dicle University, Ziya Gökalp Faculty of Education, Diyarbakır, Turkey

*ndokumaci@dicle.edu.tr

In this study, it was aimed to develop a multiple choice test about spatial visualization skills, which is one of the important components of spatial ability that both appropriate for seventh grade level and measure two and three dimensional spatial visualization skills. In the test development phase, after taking expert opinion for content and appearance validity, respectively, explanatory factor analysis, confirmatory factor analysis, item analysis and reliability studies were included. After taking the expert opinion, the six items were removed from the test and the test with 32-item was applied to 301 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 6th item from the test. Afterwards, confirmatory factor analysis was applied 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. After being removed of 11th and 20th items from the test and modifications were made between 15th and 16th, 24th and 25th, 30th and 32th items, it was found that the two-factor structure had adequate fit indices ($\chi^2/sd:1.26$, $RMSEA:0.029$, $GFI:0.96$, $AGFI:0.95$, $SRMR: 0.074$, $NNFI:0.92$, $CFI:0.93$). Material analysis was performed for the remaining 29 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 .78 for the first factor consisting of 14 items, and .78 for the second factor consisting of 15 items. The KR-20 internal consistency coefficient belonging to the entire test was calculated as .78.

Key words: spatial ability, spatial vizualization, validity, reliability

♦ This research was based on the Ph. D. study directed by Prof. Dr. Behçet ORAL and it was presented as an oral presentation at ISSEC between 19-21 October 2017.

[Buraya yazın]

UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME TESTİ'NİN GELİŞTİRİLMESİ: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI♦

*Neşe Dokumacı Sütçü^{*1}, Behçet Oral²*

¹Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi, Diyarbakır, Türkiye

²Dicle Üniversitesi, Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi, Diyarbakır, Türkiye

*ndokumaci@dicle.edu.tr

Bu araştırmada, uzamsal yeteneğin önemli bileşenlerinden biri olan uzamsal görselleştirme becerisi üzerine hem yedinci sınıf seviyesine uygun hem de iki ve üç boyutlu uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen çoktan seçmeli bir test geliştirmek amaçlanmıştır. Testin geliştirilme aşamasında, kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü alındıktan sonra sırasıyla açımlayıcı faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi, madde analizi ve güvenirlik çalışmalarına yer verilmiştir. Uzman görüşü alındıktan sonra testten altı madde çıkarılmış ve 32 maddelik test geçerlik ve güvenirlik çalışmaları için 301 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Testin faktör yapılarını belirlemek amacıyla maddeler arası Tetrakorik Korelasyon Matrisi üzerinden açımlayıcı faktör analizi yapılmış ve 6. 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 Yöntemi'nden yararlanılarak doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. 11. ve 20. maddeler testten çıkarılıp, 15. ve 16., 24. ve 25., 30. ve 32. maddeler arasında modifikasyon yapıldıktan sonra iki faktörlü yapının yeterli uyum indekslerine sahip olduğu görülmüştür ($\chi^2/sd:1.26$, $RMSEA:0.029$, $GFI:0.96$, $AGFI:0.95$, $SRMR: 0.074$, $NNFI:0.92$, $CFI:0.93$). 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. 14 maddeden oluşan birinci faktör için KR-20 iç tutarlılık katsayısı .77 ve 15 maddeden oluşan ikinci faktör için .78 olarak hesaplanmıştır. Testin geneline ait KR-20 iç tutarlılık katsayısı .78 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar sözcükler: uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme, geçerlik, güvenirlik

♦Bu araştırma, Prof. Dr. Behçet ORAL danışmanlığında yapılan doktora tezinin yararlanılarak hazırlanmış ve 19-21 Ekim 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilen ISSEC'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

1. Giriş

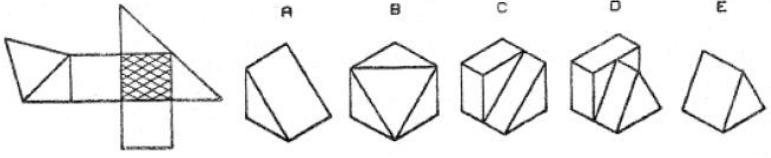
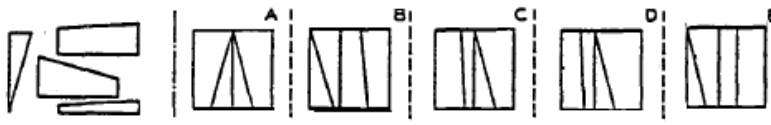
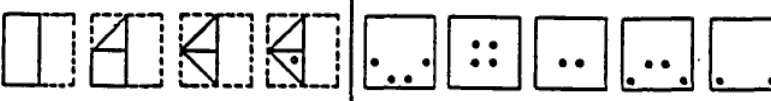
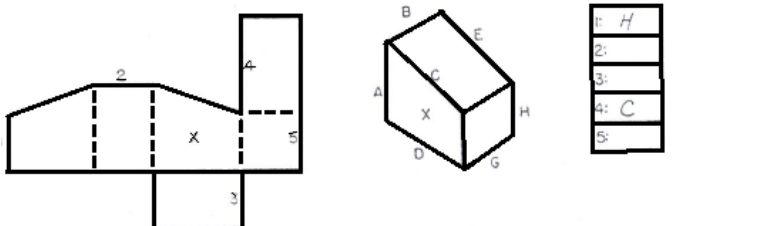
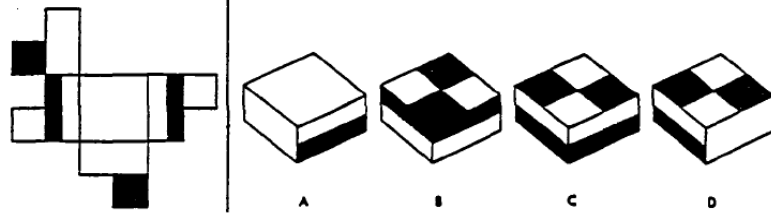
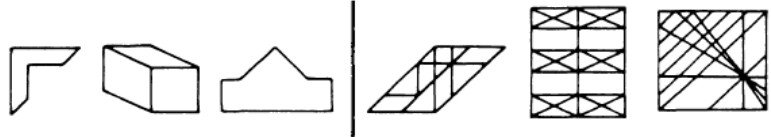
Uzamsal yetenek; uzamsal bilişte yer alan bilgi ve işleyiş arasındaki etkileşimi gerçekleştiren zihinsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır[1]. Başka bir ifadeyle; uzamsal uyarıların kodlama, hatırlama, dönüştürme ve birbirleri ile eşleştirme yeteneğidir[2]. Bireyin nesnelere ait görüntüler üzerinde zihinsel oynamalar yapabilme yeteneği olarak da tanımlanmaktadır[3]. Uzamsal bir görüntünün algılanmasını, depolanmasını, hatırlanmasını, yeniden oluşturulmasını, düzenlenmesini ve iletilmesini sağladığı için genel bilişin önemli bir yapı taşıdır[4]. Bu yetenek; sözel yetenek, akıl yürütme yeteneği ve hafıza becerileri gibi diğer zekâ türlerinden ayırt edilebilen benzersiz bir zekâ türü olarak algılanabilir. Tek boyutlu ve değişmez özellikte değil, birbirleriyle ilişkili olan ve bir kişinin yaşamı boyunca geliştirilebilen alt becerilerden oluşmaktadır[5]. Bu alt becerilerin sayısı ve anlamları konusunda araştırmacılar arasında çeşitli görüşler vardır. Örneğin; Guilford ve Lacey ile Guilford ve Zimmerman 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 bileşeninden söz etmiştir[6]. Lohman[7], uzamsal yetenek için “uzamsal görselleştirme”, “uzamsal yönelim” ve “uzamsal ilişkiler” bileşenlerini kapsayan üç faktörlü bir model önerirken, Pellegroni, Alderton ve Shute[8] ise 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. Linn ve Petersen[9] yaptıkları meta-analiz çalışması sonucuna göre uzamsal yeteneği; “uzamsal algı”, “zihinde döndürme” ve “uzamsal görselleştirme” olmak üzere üç bileşene ayırmışlardır. Uzamsal yetenekle ilgili literatür incelendiğinde, araştırmacıların uzamsal yeteneği çok çeşitli şekilde sınıflandırmalarına rağmen çoğu araştırmacının hemfikir oldukları uzamsal yetenek bileşeninin “uzamsal görselleştirme” olduğu görülmektedir. Bu nedenle uzamsal görselleştirme, uzamsal yeteneğin en önemli alt bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Uzamsal yetenek gibi uzamsal görselleştirme de literatürde farklı şekillerde ele alınmaktadır. McGee[6] uzamsal görselleştirmeyi, “resimsel olarak sunulan uyarıcı bir nesneyi zihinde manipüle etme, döndürme, bükme veya tersine çevirme becerisi”, Pellegroni vd.[8] “nispeten hız gerektirmeyen ve karmaşık olan görevler”, Linn ve Petersen[9], “uzamsal olarak sunulan bilgilerin karmaşık, çok basamaklı manipülasyonlarını içeren görevler”, Pittalis ve Christou[10] “üç boyutlu bir uzayda hayali hareketleri ya da hayal gücündeki nesnelere idare etme kabiliyeti” olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar, uzamsal yeteneğin bileşenleri üzerinde hemfikir olmadıkları gibi uzamsal görselleştirme bileşeninin ortak bir tanımının da olmadığı görülmektedir. Bu nedenle uzamsal yeteneği ölçmek için geliştirilen testlerin neyi ne kadar ölçtüğü de hep tartışma konusu olmuştur. Aşağıda uzamsal görselleştirme bileşenini ölçmek amacıyla hazırlanan kâğıt-kalem testlerinden literatürde en çok bilinenlere ait örnek sorular verilmiştir.

Uzamsal görselleştirmeye ait sorulara örnek olarak 1976 yılında Guay tarafından geliştirilen Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Görselleştirmeler verilebilir[11]. Lohman[7], uzamsal görselleştirme becerisinin Kâğıt Katlama, Şekil Panosu, WAIS Blok Tasarımı, Gizli Şekiller, Kopyalama ve Yüzey Geliştirme Testi gibi çok çeşitli testlerle temsil edildiğini ifade etmiştir. Bunun yanında Linn ve Petersen[9], uzamsal görselleştirme becerisinin belirlenmesi amacı ile Gömülü Şekiller, Gizli Şekiller, Kâğıt Katlama, Şekil Panosu, Yüzey Geliştirme, Ayrımsal Yetenek (Uzay İlişkileri Alt Testi), Blok Tasarımı ve Guilford-Zimmerman Uzamsal Görselleştirme Testi gibi testlerin kullanıldığını belirtmişlerdir. Pittalis ve Christou[10], uzamsal görselleştirme bileşeninin Şekil Panosu, Yüzey

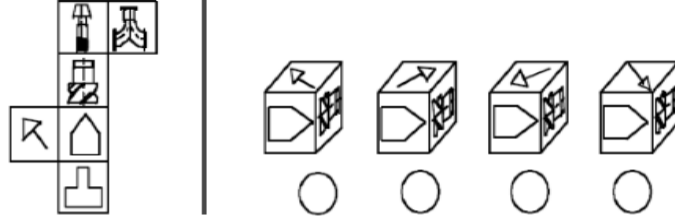
[Buraya yazın]

Geliştirme ve Kâğıt Katlama Testleri ile ölçülebileceğini ifade etmişlerdir. Pellegroni vd.[8], Şekil Panosu, Kâğıt Katlama ve Ayrımsal Yetenek Testlerinin; Alias, Black ve Gray [12] ise Küp Yapımı Testi'nin uzamsal görselleştirme yeteneğinin belirlenmesi amacıyla kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu testlere, Yüksel ve Bülbül'ün [13] geliştirmiş oldukları uzamsal görselleştirme testi de örnek olarak verilebilir. Tablo 1'de uzamsal görselleştirme bileşenini ölçmek amacıyla hazırlanan testlere ait sorulara ve bu testleri geliştirenlere yer verilmiştir.

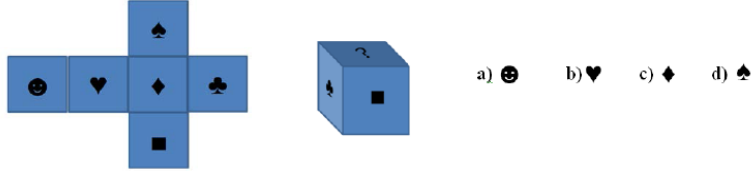
Tablo 1. Uzamsal görselleştirme bileşenine ait örnek sorular

İLGİLİ TESTLER - GELİŞTİREN(LER)	TESTLERDE YER ALAN SORULAR
Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Görselleştirmeler (Guay, 1976)	
Minnesota Şekil Panosu Testi (Likert & Quasha, 1970)	
French Reference Kit Kâğıt Katlama Testi (Ekstrom, French & Harman, 1976)	
French Reference Kit Yüzey Geliştirme Testi (Ekstrom, French & Harman, 1976)	
Ayrımsal Yetenek Testi (Uzay İlişkileri Alt Testi) (Bennett, Seashore, & Wesman, 1974)	
Gömülü Şekiller Testi (Witkin, Moore, Goodenough & Cox, 1977)	

Küp Yapımı Testi
(Alias, Black & Gray, 2002)



Uzamsal Görselleştirme Testi
(Yüksel & Bülbül, 2014)



WAIS Blok Tasarımı Testi
(Wechsler, 1982)



Uzamsal görselleştirme becerisi üzerine, farklı disiplinlerde yapılmış, farklı örneklemeler üzerinde çalışılmış birçok araştırma mevcuttur. Ancak yapılan araştırmalarda belli başlı uzamsal görselleştirme testlerinin tekrar tekrar kullanıldığı dikkat çekmektedir. Literatürde yer alan testler arasında, hem yedinci sınıf seviyesine uygun, hem de iki ve üç boyutlu birçok uzamsal beceriyi aynı test ile ölçen herhangi bir teste rastlanmamıştır. Örneğin; araştırmacı tarafından geliştirilen uzamsal görselleştirme testinde yer verilen kâğıt katlama, küp yapımı, zihinde ayırıştırma, zihinde birleştirme gibi iki ya da üç boyutlu uzamsal beceriler, farklı sınıf seviyelerine uygun, farklı uzamsal yetenek testleri ile ölçülmektedir. Bu nedenle bu araştırma ile uzamsal yeteneğin önemli bileşenlerinden biri olan uzamsal görselleştirme becerisi üzerine hem yedinci sınıf seviyesine uygun hem de iki ve üç boyutlu uzamsal görselleştirme becerilerini aynı test ile ölçen daha kapsamlı çoktan seçmeli bir test geliştirmek amaçlanmıştır.

2. Yöntem

Araştırmanın bu kısmında, geliştirilen ölçme aracına ve geliştirme sürecine yönelik bilgiler verilmiştir.

2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2016–2017 öğretim yılında Diyarbakır ili merkez ilçelerinde bulunun toplam 301 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

2.2. Ölçme Aracı ve Geliştirilmesi

Uzamsal Görselleştirme Testi (UGT), literatürde yer alan Minnesota Şekil Panosu, WAIS Blok Tasarımı, FRT Kâğıt Katlama, MGMP Uzamsal Görselleştirme, Alias, Black ve Gray Küp Yapımı Testlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Testlerde yer alan sorular, her beceriye ait en az iki soru olacak şekilde, SketchUp çizim programı ve online bir izometrik çizim aracı olan NCTM

[Buraya yazın]

ILLUMINATIONS İso metrik Drawing Tool (<https://illuminations.nctm.org/activity.aspx?id=4182>) kullanılarak hazırlanmıştır. İlk aşamada UGT dört seçenekli toplam 38 maddeden oluşmuştur. Hazırlanan test kapsam ve görünüş geçerliği için dokuz öğretim üyesinin ve iki ortaokul matematik öğretmenin görüşlerine sunulmuştur. Öğretim üyelerinin, sekizi matematik eğitimi alanında, biri ise ölçme ve değerlendirme alanındadır. Matematik eğitimi alanındaki bir öğretim üyesinin, yüksek lisans ve doktora tezi uzamsal yetenek ile ilgili olup, bu alanda çok sayıda araştırması bulunmaktadır. Öğretim üyelerinden ve öğretmenlerden alınan dönütler doğrultusunda UGT'deki madde sayısının fazla olduğu gerekçesiyle UGT'den altı madde çıkarılmış ve kalan maddeler üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca testlerdeki maddelerin öğrenciler açısından anlaşılır olup olmadığını belirlemek için testler üç öğrenciye uygulanmış, maddelerde anlaşılmayan yerlerde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Uzman görüşü alındıktan sonra geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları için öğrencilere uygulanacak olan 32 maddelik UGT'deki her bir alt beceriye ait soru sayısı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. UGT'deki her bir alt beceriye ait soru sayısı

Uzamsal Görselleştirme Testi	2 Boyutlu Uzamsal Görselleştirme			3 Boyutlu Uzamsal Görselleştirme				
	Zihinde Bütünleme	Zihinde Ayrıştırma	Kâğıt Katlama	Zihinde Bütünleme	Zihinde Ayrıştırma	Küp Temas Sayısı	Küp Sayma	Küp Açılımı
SORU SAYISI	6	6	4	4	4	2	2	4
TOPLAM	16			16				

2.3. Verilerin Analizi

Öğrencilerin teste verdikleri yanıtlar öncelikle “Microsoft Office Excel” programına A, B, C, D olarak 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 örneklerde grafik yöntemi örneklemden 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[14],[15]. Bu nedenle, UGT'nin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları için, test 301 öğrenciye uygulandığından, bu testin elde edilen puanların normalliğinin incelenmesinde histogram, normal Q-Q, detrended normal Q-Q, kutu-çizgi grafikleri ile basıklık ve çarpıklık değerleri dikkate alınmıştır.

İlk olarak, testin faktör yapılarını belirlemek için maddeler arası tetrakorik korelasyon matrisi üzerinden açımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. Bunun için, “FACTOR 10.3.01” ve “SPSS 21” programlarından yararlanılmıştır. Tetrakorik korelasyon katsayısı normal dağılıma sahip olduğu halde

[Buraya yazın]

yapay olarak iki kategorili hale getirilmiş iki değişken arasındaki korelasyonun hesaplanmasında kullanılmaktadır[16],[17]. 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 doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmıştır. DFA, faktör analizi üzerine kurulu hipotezlerin test edilmesi amacıyla kullanılan bir tekniktir[18]. 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) Yöntemi'nin kullanılması önerilmektedir[18],[19]. Araştırmada, veriler 1-0 şeklinde iki kategorili hale dönüştürüldüğü için yapılan DFA'da Asimptotik Kovaryans Matrisi ile Ağırlıklı En Küçük Kareler Yöntemi'nden yararlanılmıştır.

AFA ve DFA sonrasında madde gücü, 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 itibariyle 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[17],[20]. 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 güvenirlilik katsayısıdır[21]. Bu nedenle, testlerin güvenilirliğini belirlemek için ITEMAN 3 programı ile KR-20 (alpha) iç tutarlılık güvenirlilik katsayısı hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Testlerin geliştirilmesi aşamasında, kapsam ve görünüş geçerliliği için uzman görüşleri alındıktan sonra sırasıyla açıklayıcı faktör analizi (AFA), doğrulayıcı faktör analizi (DFA), madde analizi ve güvenirlilik çalışmalarına yer verilmiştir.

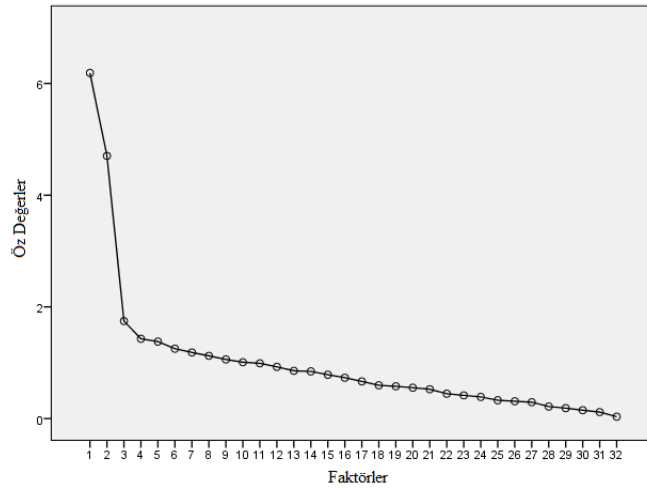
3.1. Açıklayıcı Faktör Analizi

UGT'nin, faktör yapılarını belirlemek amacıyla ilk olarak açıklayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. AFA gerçekleştirilmeden önce veri setinin faktör analizi için uygun olup olmadığının belirlenmesi gerekir. Örneklem büyüklüğü, bu incelemede ilk sırada yer almaktadır. Kline (1994) faktör analizinde güvenilir faktörler çıkartmak için 200 kişilik örneklemin yeterli olacağını ifade etmiştir[15]. Dolayısıyla, araştırmadaki 301 kişilik örneklem büyüklüğünün faktör analizi için yeterli olduğu söylenebilir. Veri setinin faktörleşmeye uygun olup olmadığını belirlemek için yapılan diğer işlemler Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett Küresellik Testi'nin incelenmesidir. KMO değerinin 0.79 ve Bartlett Küresellik Testi sonucunda elde edilen ki-kare değerinin anlamlı olduğu görülmüştür, [$\chi^2(496)=1602.8$, $p=.000$]. KMO değerinin 0.70'in üzerinde olması, örneklem büyüklüğünün faktör

[Buraya yazın]

analizi yapabilmek için yeterli olduğu; ki-kare değerinin anlamlı çıkması ise verilerin çok değişkenli normal dağılımdan geldiği anlamına gelmektedir[22]. Aynı zamanda, basıklık (0.178) ve çarpıklık (-0.208) 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[14],[15].

UGT'nin, faktör yapılarını belirlemek için maddeler arası tetrakorik korelasyon matrisi üzerinden yapılan AFA sonucunda, öz değeri 1'in üzerinde 10 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[14]. Temel bileşenler analizi yöntemi ile herhangi bir döndürme yapılmadan elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde birinci faktör, toplam varyansa %19.34 (öz değer=6.19) ve ikinci faktör %14.70 (öz değer=4.70) oranında bir katkı sağlamaktadır. Üçüncü ve diğer faktörlerin toplam varyansa katkısı sırasıyla %5.46 (öz değer=1.75), %4.46 (öz değer=1.43), %4.31 (öz değer=1.38), %3.91 (öz değer=1.25), %3.70 (öz değer=1.18), % 3.51 (öz değer=1.12), %3.31 (öz değer=1.06) ve % 3.15 (öz değer=1.01) 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 1'de faktörlerin öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiği verilmiştir.



Şekil 1. UGT'nin faktör öz değerlerine ait çizgi grafiği

Şekil 1'deki çizgi grafiği incelendiğinde, üçüncü noktadan sonra eğimin azaldığı ve üçüncü noktadan sonraki bileşenlerin varyansa yaptıkları katkıların hem küçük hem de birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Dahası, 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 16 madde birinci faktörde, son 16 madde ikinci faktörde toplanmıştır. Belirlenen faktörler, birinci faktör için "İki Boyutlu Uzamsal Görselleştirme" ve ikinci faktör için "Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme" olarak isimlendirilmiştir. Maddeler binişiklik ve faktör yük değerlerinin kabul düzeyini karşılayıp karşılamaması açısından değerlendirildiğinde, 6. maddenin faktör

[Buraya yazın]

yük değerinin her iki faktör için .30'dan düşük olduğu görülmüştür. Faktör analizinde faktör yükünün en az .30 olması önerilmektedir[14],[15],[22]. Bu nedenle, 6. madde .30 kabul düzeyinin altında olduğu için testten çıkarılmasına karar verilmiştir. UGT'nin son durumdaki faktör yükleri ve açıkladıkları varyans oranlarına ilişkin bilgiler Tablo 3'te gösterilmiştir.

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

Madde Numarası	2B Uzamsal Görselleştirme Faktör Yükleri	Madde Numarası	3B Uzamsal Görselleştirme Faktör Yükleri
1.	0.61	17.	0.65
2.	0.52	18.	0.68
3.	0.63	19.	0.51
4.	0.59	20.	0.45
5.	0.43	21.	0.60
7.	0.48	22.	0.65
8.	0.48	23.	0.57
9.	0.60	24.	0.59
10.	0.69	25.	0.54
11.	0.60	26.	0.57
12.	0.63	27.	0.64
13.	0.58	28.	0.60
14.	0.72	29.	0.66
15.	0.64	30.	0.67
16.	0.60	31.	0.44
		32.	0.57
Açıklanan Varyans	%20.80	Açıklanan Varyans	%15.42
Toplam Varyans: %36.22			

Tablo 3'te, 6. maddenin analiz dışı bırakılması ile birlikte geriye kalan maddelerin faktör yük değerlerinin birinci faktör için .43 ile .72, ikinci faktör için .44 ile .68 arasında değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca, açıklanan varyans oranlarının, birinci faktör için %20.80, ikinci faktör için %15.42 ve her iki faktör için toplam varyansın ise %36.22 olduğu görülmektedir.

3.2. Doğrulayıcı Faktör Analizi

AFA sonucunda, UGT'nin iki faktörlü yapısının, bir model olarak doğrulanıp doğrulanmadığı birinci düzey doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile test edilmiştir. Yapılan DFA sonucunda ilk kontrol edilmesi gereken, t değerlerinin anlamlılık düzeyidir[15]. Analize dâhil edilen 31 madde için t değerlerinin 7.82 ile 20.56 arasında değiştiği belirlenmiştir. Kline'a göre t değerlerinin 1.96'dan büyük olması .05 düzeyinde; 2.58'den büyük olması ise .01 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir[18]. Buna göre, elde edilen tüm t değerlerinin .01 düzeyinde anlamlı olduğu söylenebilir. Daha sonra incelenen standardize edilmiş katsayıların (faktör yükleri), birinci faktör için .36 ile .65 ve ikinci faktör için .42 ile .72; hata varyanslarının ise birinci faktör için .57 ile .87 ve ikinci faktör için .48 ile .82 arasında değiştiği belirlenmiştir. Seçer'e göre DFA'da her bir faktörün yük değerinin en az .30 olmasına[23] ve Kline'a göre hata varyanslarının .90'dan küçük olmasına dikkat edilmelidir[18]. Buna göre, standardize edilmiş katsayılar ve hata varyansları ile ilgili herhangi bir problem olmadığı söylenebilir.

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

[Buraya yazın]

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[24]. Bununla birlikte genel olarak, χ^2 / sd oranının 3'ün altında olması mükemmel uyuma, 5'in altında olması orta düzey uyuma karşılık gelmektedir[15]. 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 [23]. SRMR'nin ise .05'ten küçük olması mükemmel uyum ve .10'dan küçük olması kabul edilebilir uyum ölçütü olarak alınmaktadır[18], [25], [26]. Buna göre; UGT modelinin yeterliğini ortaya koymak amacıyla incelenen uyum indeks değerleri ve uyum indekslerine ilişkin kabul edilebilir ve mükemmel uyum değerleri doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. UGT'nin uyum indeks değerleri ve sonuçlar

Uyum İndeksleri	Uyum İndeks Değerleri	Sonuç
χ^2	641.98 (p=.00 sd=433)	
χ^2 / sd	1.48	Mükemmel Uyum
RMSEA	0.040	Mükemmel Uyum
GFI	0.94	Mükemmel Uyum
AGFI	0.93	Mükemmel Uyum
SRMR	0.090	Kabul Edilebilir Uyum
NNFI	0.77	Zayıf Uyum
CFI	0.79	Zayıf Uyum

Tablo 4 incelendiğinde, χ^2 / sd, RMSEA, GFI ve AGFI indekslerinin mükemmel; SRMR indeksinin kabul edilebilir; NNFI ve CFI indekslerinin ise zayıf uyum gösterdiği görülmektedir. Kline'a göre, DFA sonucunda elde edilen uyum indekslerinin kabul düzeyinin altında olması durumunda, çıktı dosyalarında yer alan modifikasyon önerilerinin incelenmesi yarar sağlayabilir [18]. Bu nedenle, analiz sonundaki aynı boyut içinde yer alan maddeler arasındaki modifikasyon önerileri incelenmiştir. UGT'de her bir beceriyi ölçen en az iki madde bulunduğu için dolay kuramsal açıdan birbirine yakın birden fazla madde ile bağlanması önerilen maddeler (11 ve 20) testten çıkarılmış ve modifikasyonun yine kuramsal açıdan birbirine yakın olan maddeler (15 ile 16, 24 ile 25 ve 30 ile 32) arasında yapılmasına karar verilmiştir.

11. ve 20. maddeler testten çıkarıldıktan ve yapılan modifikasyonlardan sonra kalan 29 madde için yeni t değerlerinin 7.39 ile 18.24 arasında ve .01 düzeyinde anlamlı olduğu gözlenmiştir. Şekil 3'te görüldüğü gibi, yeni standardize edilmiş katsayılar (faktör yükleri) birinci faktör için .36 ile .68 ve ikinci faktör için .39 ile .63; yeni hata varyansları ise birinci faktör için .53 ile .87 ve ikinci faktör için .60 ile .85 arasında değişmektedir. Yeni uyum indeksleri ve uyum indekslerine ilişkin kabul edilebilir ve mükemmel uyum değerleri doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

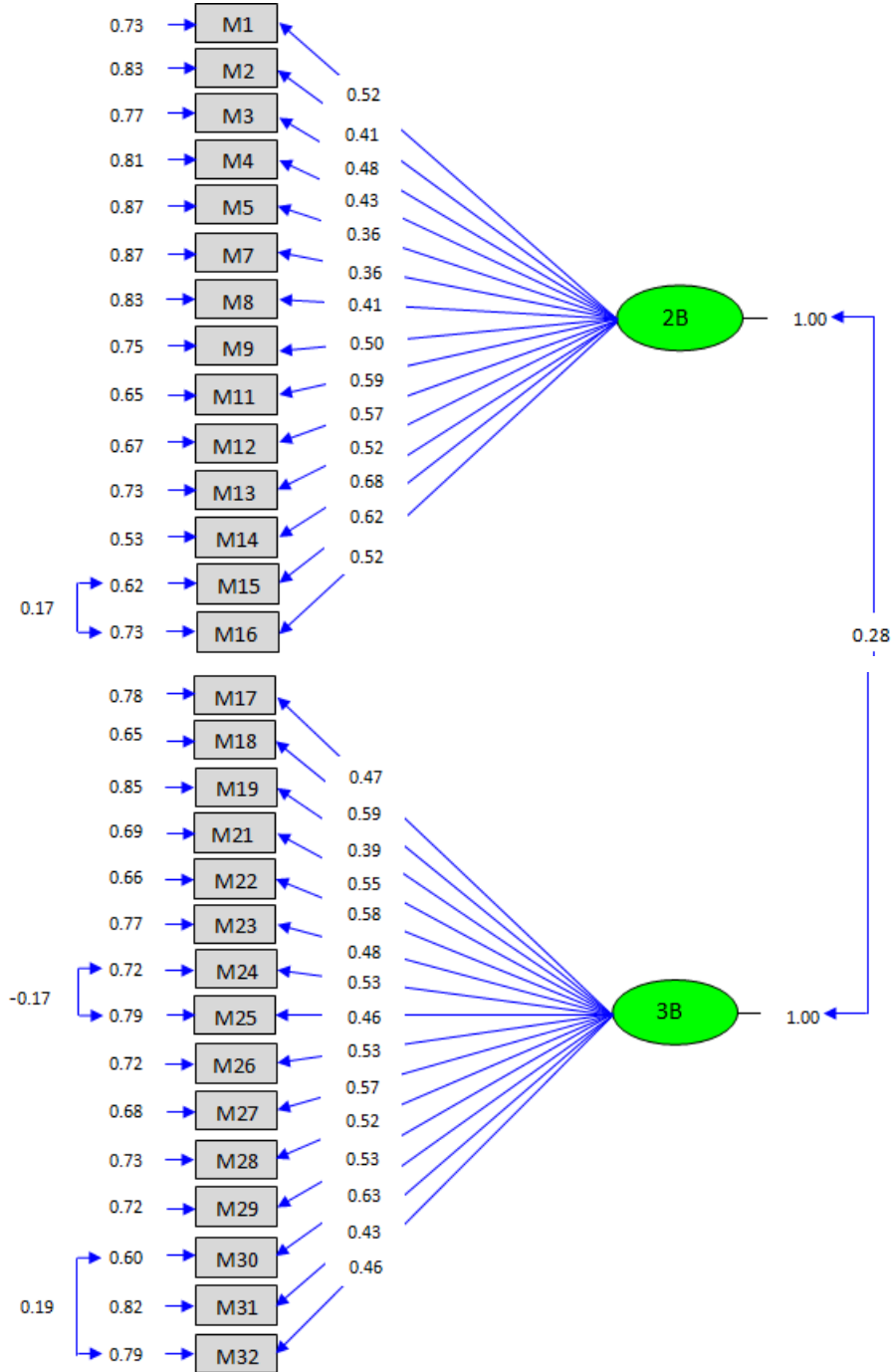
Tablo 5. UGT'nin uyum indeks değerleri ve sonuçlar

Uyum İndeksleri	Uyum İndeks Değerleri	Sonuç
χ^2	473.53 (p=.00 sd=376)	
χ^2 / sd	1.26	Mükemmel Uyum
RMSEA	0.029	Mükemmel Uyum

[Buraya yazın]

GFI	0.96	Mükemmel Uyum
AGFI	0.95	Mükemmel Uyum
SRMR	0.074	Kabul Edilebilir Uyum
NNFI	0.92	Kabul Edilebilir Uyum
CFI	0.93	Kabul Edilebilir Uyum

Tablo 5'e göre, χ^2/sd , RMSEA, GFI ve AGFI indeksleri mükemmel uyum; SRMR, NNFI ve CFI indeksleri kabul edilebilir uyum göstermektedir. Buna göre, 29 maddelik UGT'nin 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. UGT'nin birinci düzey DFA'dan elde edilen iki faktörlü modeline ilişkin path diagramı Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. UGT'nin birinci düzey DFA'dan elde edilen iki faktörlü modeline ilişkin path diagramı

[Buraya yazın]

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[18]. UGT'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

UGT'de yer alan 29 maddenin işlerliğini, yapı geçerliliğine ilişkin kanıtlarla birlikte değerlendirmek amacıyla madde analizi yapılmıştır. Tablo 6'da UGT'nin madde analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 2. UGT'nin madde analizi sonuçları

Madde Numarası	2B Uzamsal Görselleştirme		Madde Numarası	3B Uzamsal Görselleştirme	
	Ayırt Edicilik	Güçlük		Ayırt Edicilik	Güçlük
1.	.65	.52	17.	.68	.81
2.	.57	.33	18.	.73	.76
3.	.67	.65	19.	.56	.57
4.	.61	.28	21.	.67	.31
5.	.51	.49	22.	.69	.32
7.	.55	.50	23.	.61	.53
8.	.56	.48	24.	.61	.51
9.	.65	.69	25.	.57	.48
10.	.72	.50	26.	.63	.65
12.	.65	.41	27.	.70	.56
13.	.63	.47	28.	.66	.65
14.	.75	.69	29.	.69	.68
15.	.70	.55	30.	.71	.40
16.	.66	.58	31.	.51	.42
			32.	.60	.49
Toplam	.63	.51	Toplam	.64	.54

Tablo 6'da görüldüğü üzere, UGT'de yer alan maddelerin ayırt edicilik düzeylerinin (çift serili korelasyon katsayısı-biserial), birinci faktör için .51 ile .75, ikinci faktör için .51 ile .73 arasında değiştiği; testin ortalama ayırt edicilik düzeyinin ise birinci faktör için .63 ve ikinci faktör için .64 olduğu tespit edilmiştir. Testte yer alan maddelerin güçlük düzeylerinin birinci faktör için .28 ile .69, ikinci faktör için .31 ile .81 arasında değiştiği; testin ortalama güçlük düzeyinin ise birinci faktör için .51 ve ikinci faktör için .54 olduğu tespit edilmiştir. Tekin'e 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[27]. Bununla birlikte, Kan'a göre testte yer alan maddelerin güçlük indekslerinin ortalaması .50 olacak şekilde, indeksler .10 ile .90 arasında dağılım göstermelidir[17]. Buna göre UGT, farklı güçlük düzeylerine ve yüksek ayırt ediciliğe sahip maddelerden oluşan, orta güçlükte ve ayırt ediciliği yüksek bir test olduğu söylenebilir. Bunun dışında testte yer alan tüm maddelerdeki ayırt edicilik gücü, doğru cevabın dışında diğer seçeneklerde negatif olması da testteki çeldiricilerin iyi işlediğini göstermektedir.

[Buraya yazın]

3.4. Güvenirlik

UGT'nin 14 maddeden oluşan birinci faktör için KR-20 iç tutarlılık katsayısı .77 ve 15 maddeden oluşan ikinci faktör için .78 olarak hesaplanmıştır. Testin geneline ait KR-20 iç tutarlılık katsayısı .78 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak, güvenilirlik katsayısı .70 ve üzerinde olan testlerin güvenilir olduğu kabul edilmektedir[14],[28]. Buna göre, UGT'nin güvenilir bir test olduğu söylenebilir.

4. Sonuçlar

Uzamsal görselleştirme becerisi üzerine, farklı disiplinlerde yapılmış, farklı örneklemeler üzerinde çalışılmış birçok araştırma mevcuttur. Ancak yapılan araştırmalarda dikkat çeken en önemli nokta, çalışılan öğrenci gruplarının farklı özelliklere sahip olmasına rağmen belli başlı uzamsal görselleştirme testlerinin tekrar tekrar kullanılmasıdır. Literatürde yer alan testler arasında, hem yedinci sınıf seviyesine uygun, hem de iki ve üç boyutlu birçok uzamsal beceriyi aynı test ile ölçen herhangi bir teste rastlanmamıştır. Örneğin; araştırmacı tarafından geliştirilen uzamsal görselleştirme testinde yer verilen kâğıt katlama, küp yapımı, zihinde ayırıştırma, zihinde birleştirme gibi iki ya da üç boyutlu uzamsal beceriler, farklı sınıf seviyelerine uygun, farklı uzamsal yetenek testleri ile ölçülmektedir. Bu nedenle bu araştırma ile uzamsal yeteneğin önemli bileşenlerinden biri olan uzamsal görselleştirme becerisi üzerine hem yedinci sınıf seviyesine uygun hem de iki ve üç boyutlu uzamsal görselleştirme becerilerini aynı test ile ölçen daha kapsamlı çoktan seçmeli bir test geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla geliştirilen 29 maddelik uzamsal görselleştirme testi toplam 301 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen bir çalışmayla ortaya konmuştur. Bunun için öncelikle testin faktör yapılarını belirlemek amacıyla maddeler arası Tetrakorik Korelasyon Matrisi üzerinden açımlayıcı faktör analizi yapılmış ve 6. madde testten çıkarılarak “iki boyutlu uzamsal görselleştirme” ve “üç boyutlu uzamsal görselleştirme” 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 Yöntemi'nden yararlanılarak doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. 11. ve 20. maddeler testten çıkarılıp, 15. ve 16., 24. ve 25., 30. ve 32. maddeler arasında modifikasyon yapıldıktan sonra 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. 14 maddeden oluşan birinci faktör için KR-20 iç tutarlılık katsayısı .77 ve 15 maddeden oluşan ikinci faktör için .78 olarak hesaplanmıştır. Testin geneline ait KR-20 iç tutarlılık katsayısı .78 olarak hesaplanmıştır. Bu analizlerden yola çıkarak uzamsal görselleştirme testinin kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşleri alındıktan sonra, açımlayıcı faktör analizi (AFA), doğrulayıcı faktör analizi (DFA), madde analizi ve güvenilirlik çalışmaları ile 29 maddeden oluşan testin 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

[Buraya yazın]

- [1] Hauptman, H., Enhancement of Spatial Thinking with Virtual Spaces 1.0, *Computer & Education*, 54(2010), pp. 125–135
- [2] Lohman, D. F., Spatial Ability: Individual Differences in Speed and Level, Technical Report No. 9, Stanford, CA: Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University, 1979
- [3] Olkun, S., & Altun, A., İlköğretim Öğrencilerinin Bilgisayar Deneyimleri ile Uzamsal Düşünme ve Geometri Başarıları Arasındaki İlişki, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2003), 4, pp. 86-91.
- [4] Osberg, K. M., Spatial Cognition in the Virtual Environment, Technical Report. 97-18, Seattle: Human Interface Technology Laboratory, University of Washington, 1997
- [5] Shamsuddin, N. A. A., Din, S. C., Spatial Ability Skills: A Correlation between Augmented Reality (AR) and Conventional Way on Wayfinding System, *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 1(2016), 2, pp. 159-167
- [6] McGee, M. G., Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal and Neurological Influences, *Psychological Bulletin*, 86 (1979), 5, pp. 889
- [7] Lohman, D. F., Spatial ability: A Review and Reanalysis of the Correlational Literature, Technical Report No.8, Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University, 1979
- [8] Pellegrino, J. W., Alderton, D. L., Shute, V. J., Understanding Spatial Ability, *Educational Psychologist*, 19 (1984), 4, pp. 239-253
- [9] Linn, M. C., Petersen, A. C., Emergence and Characterization of Gender Differences in Spatial Abilities: A Meta-Analysis, *Child Development*, 56 (1985), pp. 1479-1498
- [10] Pittalis, M., Christou, C., Types of Reasoning in 3D Geometry Thinking and Their Relation with Spatial Ability, *Educational Studies in Mathematics*, 75 (2010), 2, pp. 191-212
- [11] Turğut, M., Development of the Spatial Ability Self-Report Scale (SASRS): Reliability and Validity Studies, *Quality & Quantity*, 49(2015), 5, pp. 1997-2014
- [12] Alias, M., Black, T. R., Gray, D. E., Effect of Instructions on Spatial Visualisation Ability in Civil Engineering Students, *International Education Journal*, 3(2002), 1, pp.1-12
- [13] Yüksel, N. S., Bülbül, A., Uzamsal Görselleştirme Üzerine Test Geliştirme Çalışması, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(2014), 2
- [14] Büyüköztürk, Ş., *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı*, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2011
- [15] Çokluk, Ö., Şekercioglu, G., Büyüköztürk, Ş., *Sosyal Bilimler için Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları*, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2012
- [16] Baykul, Y., Güzeller C. O., *Sosyal Bilimler için İstatistik: SPSS Uygulamalı*, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2014
- [17] Kan, A., *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2011.
- [18] Kline, R. B., *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, The Guilford Press, New York, USA, 2011

[Buraya yazın]

- [19] Şimşek, Ö. F., *Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş, Temel İlkeler ve LISREL Uygulamaları*, Ekinoks Yayınları, Ankara, Türkiye, 2007
- [20] Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö., Köklü, N., *Sosyal Bilimler için İstatistik*, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2011
- [21] Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F., *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2016
- [22] Seçer, İ., *SPSS ve LISREL ile Pratik Veri Analizi, Analiz ve Raporlaştırma*, Anı Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2013
- [23] Seçer, İ., *Psikolojik Test Geliştirme ve Uyarlama Süreci, SPSS ve LISREL Uygulamaları*, Anı Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 2015
- [24] Weston, R., Gore, P. A., A Brief Guide to Structural Equation Modeling, *The Counseling Psychologist*, 34 (2006), 5, pp. 719-751.
- [25] Bayram, N., *Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş, AMOS Uygulamaları*, Ezgi Kitabevi, Bursa, Türkiye, 2013
- [26] Hu, L., Bentler, P. M., Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria versus New Alternatives, *Structural Equation Modeling*, 6(1999), 1, pp. 1-55.
- [27] Tekin, H., *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*, Yargı Yayınevi, Ankara, Türkiye, 2010
- [28] Urbina, S., *Essentials of Psychological Testing*, John Wiley & Sons. Inc., New Jersey, 2004