



Uzamsal Yetenek Belirlemek İçin Hangi Tür Sorular Kullanılmalıdır?

Which Types of Questions Must Be Used In Order To Determine Spatial Ability?

İbrahim KEPCEOĞLU^a, Niyazi Öner ERCAN^b

^aKastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kastamonu, Türkiye.

^bSinop Boyabat Hamit Tekin Ortaokulu, Sinop, Türkiye.

Öz

İki ve üç boyutlu nesnelere birbirleriyle ve çevreyle ilişkilerinin anlaşılmasında, geometriyle ilişkili önemli kavramların başında gelen uzamsal yeteneğin payı kuşkusuz büyüktür. Uzamsal yeteneği ortak tanımlara bakıldığında uzamsal yetenek üç boyutlu uzayda cisimleri ve bileşenlerini zihinde hareket ettirebilme ve canlandırabilme yeteneği olarak tanımlanmıştır. Öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini geliştirmek, matematik eğitiminin en kritik amaçlarından biri olmalıdır. Bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin açık uçlu sorular ve çoktan seçmeli sorular oluşan testlerin uzamsal yetenek düzeyini belirlemede etkililiğinin karşılaştırılmasıdır. Bu iki test yönteminin öğrencilerin uzamsal yetenek becerilerini belirlemede nasıl farklılıklar ortaya çıkardığı belirlenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda bu araştırma nitel yaklaşımlardan durum çalışması olarak desenlenmiştir. Araştırmanın amacına uygun olarak amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Geometri konusunda ortaokul seviyesinde en fazla bilgi düzeyine sahip olan 8.sınıf öğrencileri seçilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye'nin kuzeyinde bir devlet ortaokulunun 8.sınıfında öğrenim gören 77 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada veri toplama aracı olarak alan yazında kabul gören MGMP isimli uzamsal yetenek testinden seçilen 10 soru hem açık uçlu olarak hem de çoktan seçmeli olarak kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre 77 öğrencinin 10 soruya çoktan seçmeli olarak verdikleri yanıtların %68'i doğru olurken, bu 10 soruya açık uçlu olarak verdikleri yanıtların sadece %45'i doğru olarak kodlanmıştır. Buna göre öğrencilerin uzamsal yeteneğini belirlemek için tercih edilen çoktan seçmeli testte öğrencilerin daha başarılı sonuç gösterdikleri anlaşılabilir. Ancak buna karşın öğrencilerin özellikle çizim becerisi gerektiren sorularda (soru 11, 20, 22 ve 23) öğrencilerin çoktan seçmeli sorularda daha başarılı oldukları görülmüştür.

Abstract

The understanding of two-dimensional and three-dimensional objects in the environment, the spatial ability is an important concept. Spatial ability have been defined in different ways by many researchers when looking at the field literature. Given the common definitions, spatial ability is defined as the ability to move and visualize three-dimensional space objects and components in their minds. For this reason, the aims of this research is to determine the extent to which the 8th grade students have open-ended questions and multiple choice tests and spatial skill levels. Another goal is to compare two different test methods that measure spatial skills.

For this purpose, this research was designed as a case study from qualitative approaches. A purposeful sampling method was used for the purpose of the study. 8th grade students with the highest level of knowledge in geometry at secondary school level were selected. The working group of the study is composed of 77 students studying in a high school of Northern Turkey. The 10 questions selected from the MGMP spatial ability test, which was accepted in the field as a data collection tool in the survey, were used both as open ended and multiple choice. According to research findings, 68% of the answers given by 77 students as multiple choice were correct, only 45% of the answers given as open ended were correctly coded. Accordingly, it can be understood that students are more successful in the multiple-choice test, which is the preferred method for determining the spatial competence of the students. On the other hand, however, it has been seen that students are more successful in multiple-choice questions, especially when it comes to drawing skills (questions 11, 20, 22 and 23).

Anahtar Kelimeler

uzamsal yetenek
test türleri
çizim becerisi

Keywords

spatial ability
test types
drawing skill

Extended Summary

The general aim of the skills that are expected to be gained in geometry training are: the identification of objects in the environment of the individuals, the recognition of these objects, and the association with other objects. Simple and basic concepts of geometry taught at an early age, but students must be taught more difficult and complex concepts. Despite its importance in the curriculum, the achievement levels of students in geometry are low in the summer. International examinations such as TIMSS and PISA have shown that the geometric success levels of students in our country are below the international average. To solve the geometry problems it is important to analyze the geometry changes and relationships. All geometric concepts are interrelated and geometric shapes have common characteristics.

The understanding of two-dimensional and three-dimensional objects in relation to each other and the environment, the share of spatial ability at the beginning of important concepts related to geometry is certainly great. Spatial abilities have been defined in different ways by many researchers when looking at the field literature. Given the common definitions, spatial ability is defined as the ability to move and visualize three-dimensional space objects and components in their minds. Individuals with advanced spatial skills; they can easily perceive and understand things in nature, architecture, art and daily life. Differences in the definitions of spatial ability are also reflected in the classification of the components of this ability. In the field writing, there are many components with different names and different groupings. It can be assumed that spatial visualization, spatial orientation (spatial relations), rotation of mind, and cutting of mind are the subcomponents that are mostly reconciled and considered as their main components.

It is stated in the literature that students' geometric thinking skills can be improved by appropriate teaching methods. Developing students' levels of geometric thinking should be one of the most critical goals of mathematics education. Researchers have done various research to make appropriate and relevant materials and different approaches to make students more aware of the geometry world and to build their knowledge in geometry.

For this reason, one of the aims of this research is to determine the extent to which the 8th grade students have open-ended questions and multiple choice tests and spatial skill levels. Another goal is to compare two different test methods that measure spatial skills. Thus, open-ended question types, in which students can freely create their own answers, are compared with multiple-choice tests used in secondary school and higher education institution selection exams in our country. It has been determined how these two test methods lead to differences in how students determine spatial skills.

For this purpose, this research was designed as a case study from qualitative approaches. In this study, the answers given to different test methods of students were examined in depth because it is aimed to investigate in detail the case, realization and real life situation in case studies. A purposeful sampling method was used for the purpose of the study. 8th grade students with the highest level of knowledge in geometry at secondary school level were selected. north of the working group of the study 77 students studying in Turkey has created a state of 8th grade middle school. The 10 questions selected from the MGMP named spatial ability test, which was accepted in the field as a data collection tool in the survey, were used both as open ended and multiple choice. These 10 questions were asked to the students as open-ended, and after 2 weeks, the same 10 questions were applied multiple-choice.

According to research findings, 68% of the answers given by 77 students as multiple choice to 10 questions were correct, only 38% of the answers given as open ended to these 10 questions were correctly coded. Accordingly, it can be understood that students are more successful in the multiple-choice test, which is the preferred method for determining the spatial competence of the students. On the other hand, however, it has been seen that students are more successful in multiple-choice questions, especially when it comes to drawing skills (questions 2, 8, 9 and 10).

1. Giriş

Geometri, öğrencilerin görselleştirme, eleştirel düşünme, sezgi, bakış açısı, problem çözme, akıl yürütme, mantıksal kanıt becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur (Jones, 2002). Baki (2008), geometri eğitiminin genel amacını, düzlem ve uzayda geometrik şekillerin özelliklerinin tanınması, aralarındaki ilişkilerin keşfedilmesi, dönüşümlerin açıklaması ve geometrik önermelerin ispatlanması şeklinde özetler. Okullarda öğretilen geometri bilgisi, öğrencilerin iki ve üç boyutlu geometrik nesnelere analiz etmelerini, uzamsal ilişkileri tanımlamalarını, dönüşümleri uygulayabilmelerini ve sorunları çözmek için uzamsal yetenekleri ve geometrik modellemeyi kullanmalarını sağlamalıdır (MEB, 2015a; NCTM, 2000). Ayrıca, öğrencilerin matematiğin doğasını ve güzelliğini anlamak, geometrik ilişkileri bilim, sanat, mimari ve gündelik hayat gibi diğer disiplinlere uyarlamak ve uygulamak için fikir edinmesine yardımcı olabilir. Bu nedenle, geometri bilgisi sadece okul içinde değil, aynı zamanda okul dışında da belirgin bir yere sahiptir. Geometri, insanların günlük hayatta karşılaştıkları birçok sorunu çözmek için kullanılır (çerçeve yapımı, duvar kağıdı hazırlama, boya, bina vb.) (Altun, 2008). Geometri, eleştirel düşünme, problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, estetik ve sanatsal duyguların gelişimi ve diğer matematik konularının öğretilmesi gibi nedenlerle matematik öğretim programlarında da önemli bir yere sahiptir (Baykul, 2005). Geometrinin bu önemine rağmen, öğrencilerin geometriyle ilgili bilgi, beceri ve düşünce düzeylerinin yetersiz olduğu ve geometrik kavramların öğrenilmesinde güçlük çektiği görülmektedir (Özkan, 2015; Dane ve Başkurt, 2012; Aktaş ve Aktaş, 2011, 2012; Ergün, 2010; Ubuz ve Üstün, 2003; Monaghan, 2000; De Villers, 1994). Usiskin (1987)'e göre geometri dört boyutta tanımlanabilir:

- Görselleştirme, çizim ve figürlerin oluşturulması çalışması olarak geometri
- Gerçek dünyanın incelenmesi olarak geometri
- Kökeni görsel veya fiziksel olmayan matematiksel veya diğer kavramları temsil eden araç olarak geometri
- Matematiksel bir sistem olarak geometri

İlk üç boyut, uzamsal akıl yürütmeyi gerektirdiği için geometrinin görsel yönlerini vurgulamaktadır. Geometri, semboller, noktalar, çizgiler, oklar, eğriler, açılar, modelleme için iki ve üç boyutlu figürler gibi görsel öğeler kullanarak fiziksel dünyayı anlamamıza yardımcı olur. Bu unsurları görmek, verilen görsel uyarıyı anlamak, görsel bilgileri verilen kurallara göre dönüştürmek ve çıkarımlar yapmak için yeterli değildir (Tversky, 2005). Bu tür görsel öğelerden anlaşılan, öğrencinin uzamsal becerisine ve alana özgü bilgisine (geometri bilgisine) bağlıdır. Geometrik bir öge üzerinde çalışmak için öğrenci, geometri ve uzamsal yetenek bilgisini birleştirir ve hangi bilginin fark edilmesi gerektiğini ve o bilgiyi nasıl organize edeceğini belirler (Downs ve DeSouza, 2006).

Geometri ile ilişkili en önemli kavramlardan biri de uzamsal yetenektir. Uzamsal yetenekle ilgili çalışmalar, insan zekasının ilk kez ölçmeye çalışan Francis Galton'un 1900'lü yılların başlarında yaptığı sistematik araştırmalardan beri, birçok araştırmacının ilgisini çeken bir çalışma alanı olmuştur (Baki, Kösa ve Güven, 2011). O zamandan itibaren, uzamsal yeteneğin hangi becerilerden oluştuğu ve bu becerilerde sergilenmesi beklenen davranışların ne olduğu üzerine farklı yaklaşımlarda bulunulmuştur. Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi (NCTM) öğrenciler için uzamsal yeteneğin temel bir beceri olduğunu belirtmiştir. İlköğretim çağındaki çocukların;

- Cisimlerin farklı açılardan görünümelerini gösterebilmeleri ve ayırt edebilmeleri,
- Uzamsal görme ve uzamsal hafızayı kullanarak geometrik şekillerin zihinsel görüntülerini biçimlendirebilmeleri,
- Sayı ve ölçüler ile geometrik fikirler arasındaki ilişkileri kurabilmeleri,
- Geometrik şekilleri ve yapıları çevreye yerleştirebilmeleri ve çevreyle bağdaştırabilmeleri gerektiğini belirtmiştir (NCTM, 2000).

Birçok araştırmacı bu yeteneği farklı alt bileşenleri boyutuyla incelemiştir. Bu yüzden uzamsal yetenek sayısız isim ve tanımlamalarla literatürde karşımıza çıkmaktadır.

Tartre'a göre (1990), uzamsal yetenek görsel ilişkileri yorumlama, nesnelere yeniden düzenleme, değiştirebilme ve yeni hallerini ifade etmeyi içeren zihinsel becerilerin birleşimidir. Lohman'a (1993) göre uzamsal yetenek, görsel bir imgeyi meydana getirebilme, bir şekli devam ettirebilme, yeniden düzenleme ve başka bir şekle dönüştürebilme yeteneğidir. Stockdale ve Possin (1998), uzamsal yeteneği kişinin çevresi ile kendi arasında uzamsal ilişki kurabilme becerisi olarak tanımlamış ve uzamsal ilişkilerin büyüklük, uzaklık, hacim, düzen ve zaman gibi özellikleri kapsadığı belirtilmiştir.

Olkun (2003), nesnelere ve parçalarını 2 ve 3 boyutlu uzayda değiştirebilme ve kullanabilmeyi uzamsal yetenek olarak tanımlamıştır. Benzer bir tanım uzamsal yetenek üzerine birçok çalışması bulunan Turğut (2007) tarafından yapılmıştır. Turğut uzamsal yeteneği, üç boyutlu uzayda bir ya da daha fazla parçadan oluşan cisimleri ve bileşenleri

zihinde hareket ettirebilme veya zihinde canlandırabilme becerisi olarak tanımlamıştır. Durmuş (2012) ise uzamsal yetenek ifadesi yerine uzamsal his ifadesini kullanmış ve uzamsal his kavramını, şekillerin kendisine ve birbirleriyle olan ilişkilerine yönelik bir sezgi olarak tanımlamıştır (Durmuş, 2012).

Alan yazında kullanılan tanımlamaların ortak yönlerine baktığımızda uzamsal yetenek ya da bir diğer adıyla uzamsal his; 2-boyutlu ve 3-boyutlu nesnelerin zihinde oluşturulan akıl yürütmelerle döndürme, açma kapama, manipüle etme, farklı yönlerden bakabilme, canlandırma ve birbirleriyle olan ilişkilerini idrak etme becerilerini içeren bir kavramdır. Son zamanlarda, teknolojik devrim, bilgisayarların ve diğer medya araçlarının popülerleştirilmesi ve bilgisayar ortamındaki öğrenme ortamlarının artmasıyla, araştırmacılar uzamsal yeteneğin önemi konusunda daha bilinçli hale gelmiştir. Genel olarak, uzamsal yetenekler, görsel uyaranlara ilişkin hayal gücü ve onun zihinsel manipülasyonu ile nesiller boyu görsel bilginin üretilmesi, tutulması, alınması, dönüştürülmesi ve temsil edilmesiyle iki veya üç boyutlu alanda ilgilidir (Clements ve Battista, 1992; Clements ve Sarama, 2007; Lohman, 1993).

Uzamsal yetenek ile ilgili psikometrik çalışmalar, bu yeteneğin tek boyutlu olmadığını göstermiştir (Carpenter ve Just, 1986; McGee, 1979). Uzamsal yeteneğin bileşenlerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalara Thurstone (1938) tarafından yapılan araştırmanın temel olduğu söylenebilir. Thurstone (1938), temel zihinsel yetenekleri incelediği çalışmasında uzamsal ya da görsel şekiller üzerine yapılan zihinsel işlemler yeteneğini bir “uzay” faktörü olarak belirtmiştir. Zimmerman (1991), Thurstone’ın verilerini tekrar analiz ederek iki uzamsal faktör ortaya koymuştur. Bu faktörlerden ilki Thurstone’ın uzay faktörüne benzemektedir ve nesnelerin veya nesne ilişkilerinin zihinsel manipülasyonlarını incelemektedir. Zimmerman bu faktörü “Uzamsal İlişkiler” olarak isimlendirmiştir. İkinci faktör ise “Görselleştirme” olarak isimlendirilmiştir ve görselleştirme üzerine geliştirilen testlerin, uzamsal ilişkiler için geliştirilen testlere nazaran daha zor ancak daha yavaş olma eğiliminde olduğunu belirtmiştir.

Uzamsal yetenekleri tanımlama ve anlamaya yönelik çabalara ek olarak, araştırmacılar, uzamsal yeteneklerin, matematiğin (Arcavi, 2003; Wai, Lubinski, ve Benbow, 2009), geometrinin (Casey, Nuttall ve Pezaris, 2001; Clements ve Battista, 1992; Gutiérrez, 1996; Hannafin, Truxaw, Vermillion ve Liu, 2008; Malara, 1998; Parzys, 1988; Parzys, 1991), kimyanın (Bodner ve Guay, 1997), jeolojinin (Titus ve Horsman, 2009) ve diğer pek çok disiplinin öğrenilmesi ve anlaşılması üzerine etkilerini araştırmışlardır. Birçok çalışmada uzamsal yeteneğin geometrik düşünce için önem taşıdığı ve öğrencilerin uzamsal yeteneklerini artırmanın geometri eğitiminin rollerinden biri olduğu savunulmuştur (Battista, 2007; Casey ve diğerleri, 2001; Clements ve Battista, 1992; Gutiérrez, 1996; McGee, 1979). Bu bağlamda uzamsal yetenek, üç boyutlu geometrinin öğrenilmesi ve öğretilmesinde temel bir unsur olarak kabul edilir (Gutiérrez, 1996).

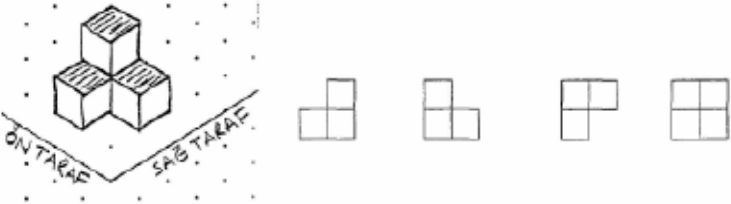
Araştırmacılar, öğrencilerin geometri performanslarının sadece geometri bilgisine değil, aynı zamanda uzamsal yeteneklerine de bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle alan yazında sıklıkla uzamsal yetenek ile ilgili kazanımların nasıl öğretileceğine yönelik çalışmalara rastlanmaktadır (Clements ve McMillen, 1996; Olkun, 2003; Yolcu, 2008; Çakmak, 2009; Chang, 2013; Lamar, 2015; Dere, 2017).

Üç boyutlu geometrik şekiller, öğrencilere eğitim sırasında verilmesi gereken geometri bilgisinin temel bir bölümünü oluşturmaktadır. İlkokul düzeyinden itibaren öğrenciler prizmalar ve piramitler gibi kavramlar ile karşılaşmaktadırlar. Öğretim programları da öğrencilerin ilköğretim süresince prizmalar ve piramitler hakkında bilgi geliştirmesi ve orta öğretimin geometri dersleri aracılığıyla bu bilgiyi geliştirmesi gerektiğini önermektedir (MEB, 2015a; 2015b). Bu üç boyutlu cisimler üzerinde geometrik düşüncenin gelişmesi kuşkusuz öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile doğrudan ilişkilidir.

Uzamsal yeteneğin belirlenmesinde alan yazında birçok test kullanılmaktadır. Bunların içinde en genel kabul göreni Lappan, Fitzgerald, Phillips, Winter, Ben-Chaim, Friedlander, Oguntebi ve Yarbrough tarafından geliştirilen ve Turğut (2007) tarafından Türkçeye uyarlanan “MGMP (Middle Grades Mathematics Project) Uzamsal Görselleştirme Testi”dir. Testin örnek soruları aşağıda yer almaktadır (Şekil 1).

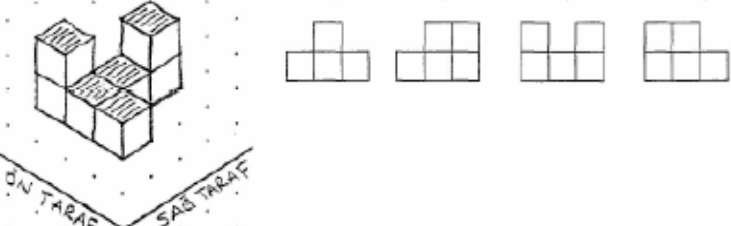
1. Önden ve sağdan görünüşü verilen aşağıdaki binanın sağdan görünüşü aşağıdakilerden hangisidir?

A) B) C) D)



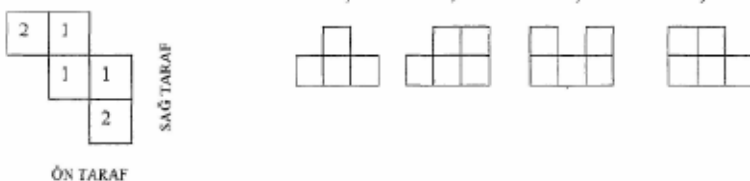
2. Önden ve sağdan görünüşü verilen aşağıdaki binanın önden görünüşü aşağıdakilerden hangisidir?

A) B) C) D)



3. Aşağıda bir binanın tepeden (kuşbakışı) görünüşü verilmiştir. Buna göre bu binanın sağdan görünüşü aşağıdakilerden hangisidir?

A) B) C) D)



Şekil 1. MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi Örnek Sorular

Şekil 1’de de görüldüğü gibi bu test çoktan seçmeli sorulardan meydana gelmektedir. Çoktan seçmeli testin özelliklerinden dolayı bu test maddelerinde doğru yanıt şans başarısı ile bulunabilir ve şans başarısı olasılığı seçenek sayısına bağlıdır (Turgut ve Baykul, 2012). Buna karşın, açık uçlu sorulardan oluşan bir testte ise yanıtlayıcı, cevabını kendi düşünüp bulmak ve yanıtını yazılı olarak ifade etmek durumundadır (Tan, 2011). Böylece yanıtlayıcının olası cevaplar içerisinde şans yardımıyla doğru yanıt bulma ihtimali de söz konusu olmamaktadır.

Ölçme araçlarında kullanılabilecek bu iki farklı soru türünün özelliklerinden dolayı, bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin uzamsal yetenek düzeylerini belirlemede iki farklı türde sorulardan oluşan testin etkililiğinin karşılaştırılması olarak belirlenmiştir.

2. Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma nitel yaklaşımlardan durum çalışması olarak desenlenmiştir. Durum çalışmalarında olgunun, gerçekleştiği anda ve gerçek yaşam durumunda, derinlemesine incelenmesi amaçlandığından (Yıldırım ve Şimşek, 2008) bu çalışmada da öğrencilerin farklı test yöntemlerine verdikleri yanıtlar derinlemesine irdelenmiştir.

Çalışma Grubu

Bu çalışmada araştırmanın amacına uygun olarak amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Cohen, Manion ve Manion, 2007). Geometri konusunda ortaokul seviyesinde en fazla bilgi düzeyine sahip olan 8.sınıf öğrencileri seçilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye’nin kuzeyinde bir devlet ortaokulunun 8.sınıfında öğrenim gören 77 öğrenci oluşturmuştur.

Veri Toplama Aracı

MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi Middle Grades Mathematics Project adlı projede kullanılmak üzere Michigan State Üniversitesi matematik bölümü öğretim elemanları olan Glenda Lappan, William M. Fitzgerald, Elizabeth Phil-

lips, Mary Jean Winter, David Ben-Chaim, Alex Friedlander, Zaccheaus Oguntebi ve Pat Yarbrough tarafından geliştirilmiştir. Bu test, 5 şıklı 32 çoktan seçmeli sorudan oluşmuştur. Tablo 3'te görüldüğü gibi, testte küp sayma, 2 boyuttan 2 boyuta görselleştirme, 2 boyuttan 3 boyuta ve 3 boyuttan 2 boyuta görselleştirme, şekli zihinde ayırıştırma, zihinde bütünleme, zihinde döndürme ile ilgili sorular bulunmaktadır.

Test Türkçeye Turğut (2007) tarafından çevrilmiştir. Bazı maddeler testten çıkartılırken bazı yeni maddeler teste eklenmiştir. Şık sayısı dörde indirilmiştir. 29 sorudan oluşan testin son hali ITEMAN programında analiz edilerek güvenilirlik katsayısı 0.830 olarak bulunmuştur. MGMP testindeki sorular uzamsal yeteneğin iki alt bileşenini de ölçtüğünden Turğut (2007) bu teste yeni isim olarak MGMP Uzamsal Yetenek testi ismini vermiştir (bkz. Tablo 1).

Tablo1. MGMP Uzamsal Yetenek Testinin Soru Türleri

| Soru Türü | Soru Numarası | Toplam | Yüzde |
|---|---------------------------------|--------|-------|
| Küp Sayma | 10, 12, 14, 17 | 4 | 14 |
| 2D'den 2D'ye | | | |
| Görselleştirme | 7,9 | 2 | 7 |
| 2D'den 3D'ye ve 3D'den 2D'ye Görselleştirme | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 18, 22, 24 | 10 | 34 |
| Şekli Zihinde Ayırıştırma | 11, 13, 16, 20 | 4 | 14 |
| Zihinde Bütünleme | 15, 23, 25 | 3 | 10 |
| Zihinde Döndürme | 19, 21, 26, 27, 28, 29 | 6 | 21 |

Araştırmada veri toplama aracı bu testten seçilen 10 soru (soru 1, 3, 7, 10, 11, 14, 17, 20, 22, 23) hem açık uçlu olarak hem de çoktan seçmeli olarak kullanılmıştır. Bu 10 soru öncelikle açık uçlu olarak öğrencilere sorulmuş, 2 hafta aradan sonra aynı 10 soru çoktan seçmeli olarak uygulanmıştır.

3. Bulgular

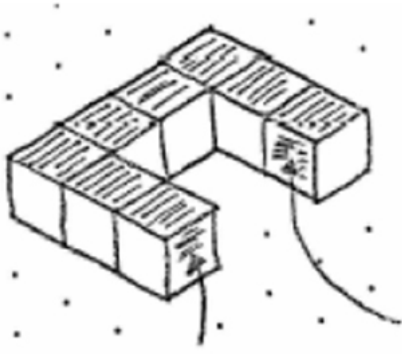
Araştırmanın verilerinden elde bulgulara göre öğrencilerin açık uçlu sorulara ve çoktan seçmeli sorulara verdikleri doğru ve yanlış yanıtların betimsel analizleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo2. Öğrencilerin yanıtlarının betimsel istatistikleri

| | Açık Uçlu Doğru | | Açık Uçlu Yanlış | | Çoktan Seçmeli Doğru | | Çoktan Seçmeli Yanlış | |
|----------|-----------------|-----|------------------|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|
| | f | % | f | % | f | % | f | % |
| Soru 1 | 43 | 56% | 34 | 44% | 58 | 75% | 19 | 25% |
| Soru 11 | 12 | 16% | 65 | 84% | 30 | 39% | 47 | 61% |
| Soru 7 | 57 | 74% | 20 | 26% | 59 | 77% | 18 | 23% |
| Soru 10 | 51 | 66% | 26 | 34% | 71 | 92% | 6 | 8% |
| Soru 14 | 29 | 38% | 48 | 62% | 47 | 61% | 30 | 39% |
| Soru 3 | 16 | 21% | 61 | 79% | 31 | 40% | 46 | 60% |
| Soru 17 | 57 | 74% | 20 | 26% | 69 | 90% | 8 | 10% |
| Soru 20 | 3 | 4% | 74 | 96% | 28 | 36% | 49 | 64% |
| Soru 22 | 50 | 65% | 27 | 35% | 63 | 82% | 14 | 18% |
| Soru 23 | 27 | 35% | 50 | 65% | 70 | 91% | 7 | 9% |
| Ortalama | 34,5 | 45% | 42,5 | 55% | 52,7 | 68% | 24,3 | 32% |

Tablo 2'ye göre öğrencilere sorulan her soru için çoktan seçmeli sorulara verilen doğru yanıt sayısı ve yüzdesi açık uçlu sorulara verilenlere oranla daha fazla olarak görülmektedir. Ortalamalar kıyaslandığında açık uçlu sorulara verilen doğru yanıt ortalaması %45 iken çoktan seçmeli sorulara verilen doğru yanıt yüzdesi %68 olarak bulunmuştur.

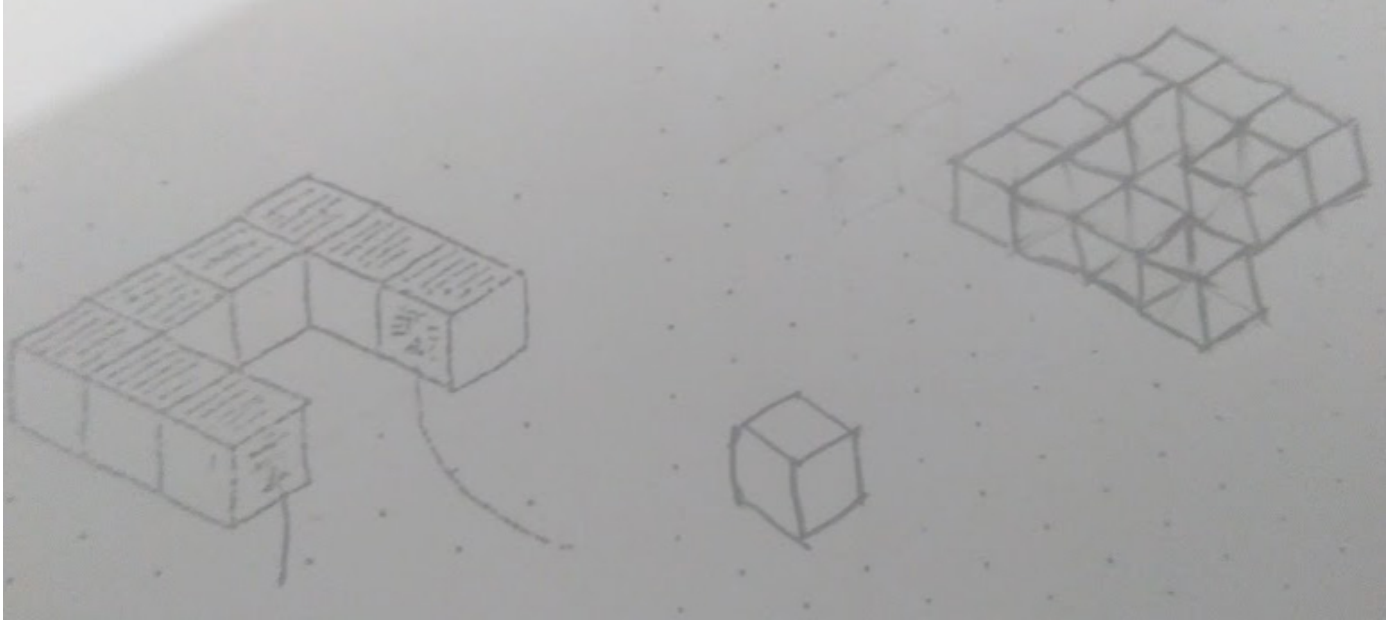
İki test türü arasındaki fark en çok 23.soruda ortaya çıkmıştır (bkz. Şekil 2). 23.sorunun açık uçlu sorulması halinde öğrencilerin %35'i doğru çizim yaparken, çoktan seçmeli sorulması durumunda öğrencilerin %91'i doğru seçeneği işaretlemiştir.



23. Yandaki resimde, oklarla gösterilen yüzlere degecek şekilde birer küp daha eklenirse, binanın yeni görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

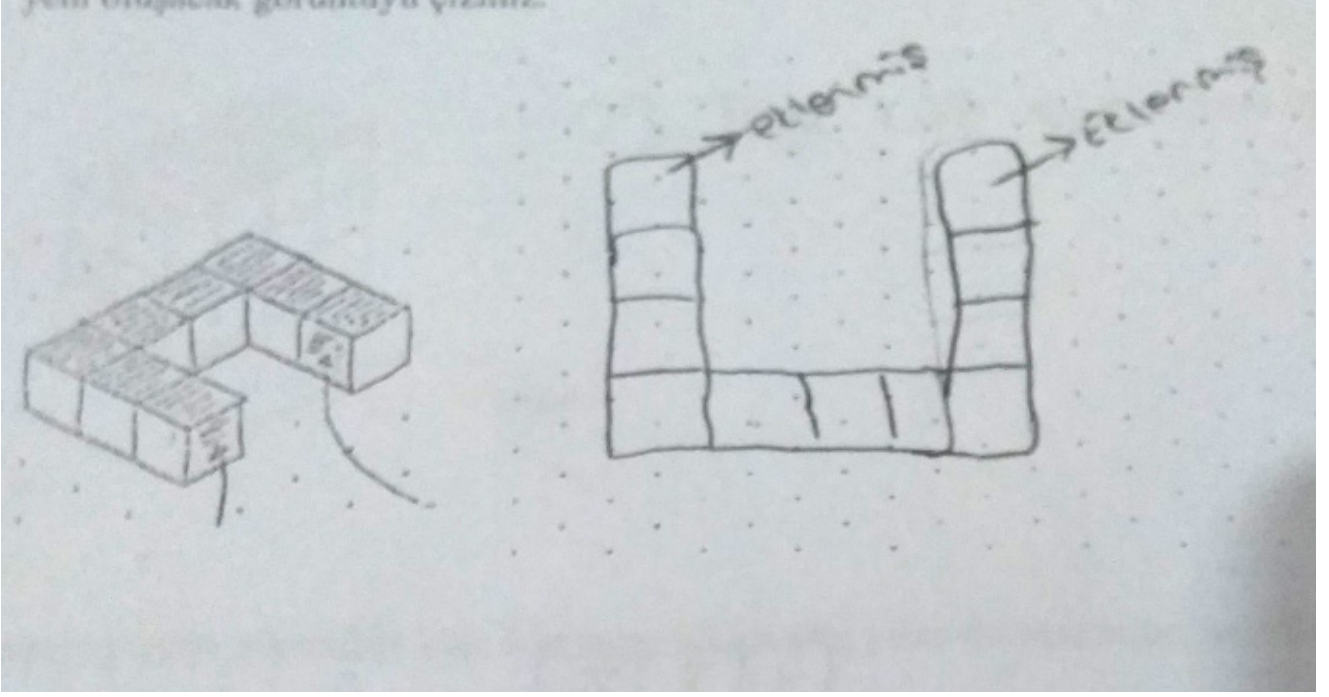
Şekil 2. MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi 23.soru

Bu soru öğrencilere çoktan seçmeli olarak verildiğinde öğrencilerin %91'inin doğru yanıtı işaretlemiş olmaları aslında soruda istenilen durumu zihinlerinde doğru olarak canlandırabildiklerinin göstergesi olabilir. Bir başka ifadeyle açık uçlu biçimde soru sorulduğunda yanlış çizim yapan öğrenciler de zihinlerinde eklenen parçaları canlandırabildikleri ama bunu üç boyutlu olarak çizmeye çalıştıklarında zorlandıkları görülmüştür. Ancak soru açık uçlu olarak çoktan seçmeliden önce verildiğinden öğrencilerin sadece %35'inin zihinlerinde oluşan gösterimi çizme becerisine sahip olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Açık uçlu soruya doğru yanıt veren bir öğrencinin yanıtı Şekil 3'te gösterilmiştir.

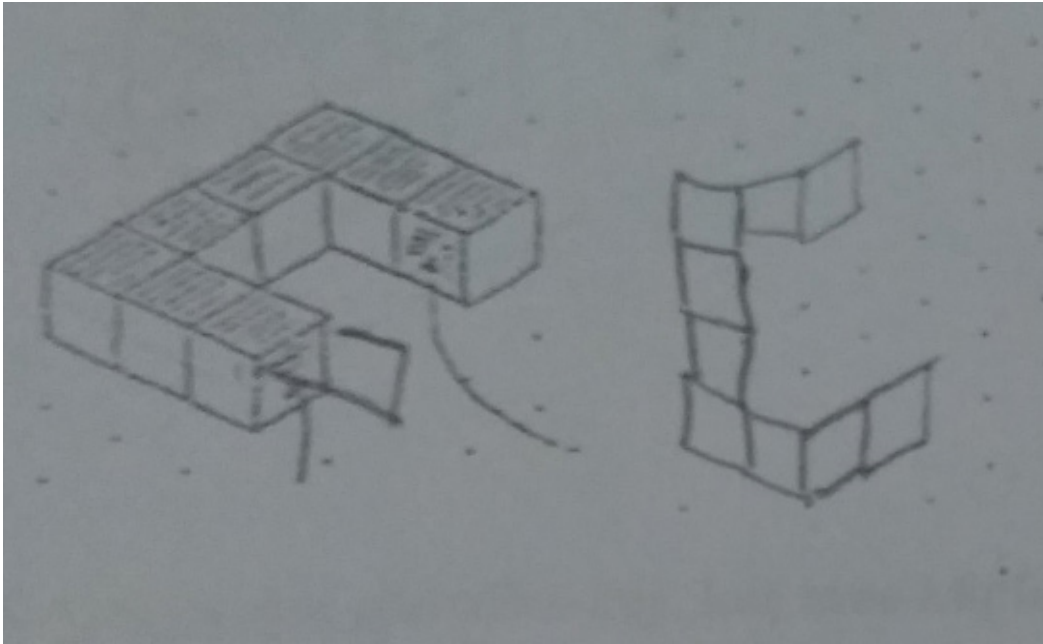


Şekil 3. MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi 23.soru için açık uçlu doğru yanıt örneği

Buna karşın aynı soruya açık uçlu olarak yanlış yanıt veren öğrencilerin yanıtları ortak olarak incelendiğinde genellikle istenilen şekli iki boyutlu çizildiği görülmüştür (bkz. Şekil 4 ve Şekil 5).



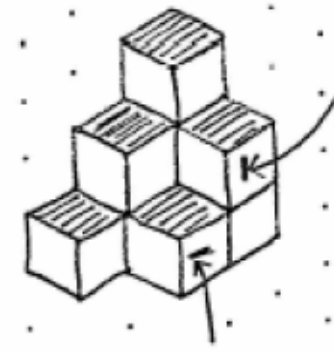
Şekil 4. MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi 23.soru için açık uçlu yanlış yanıt örneği - 1



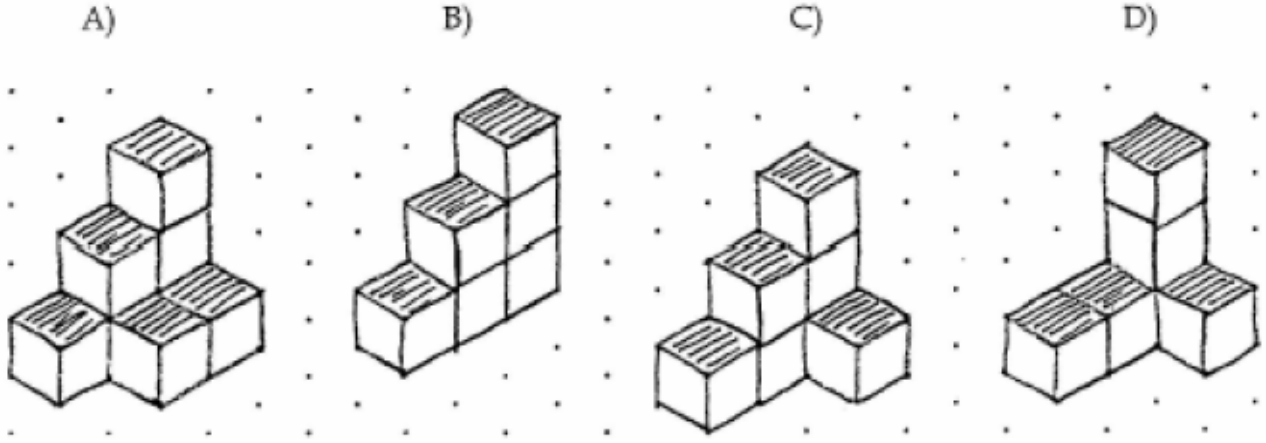
Şekil 5. MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi 23.soru için açık uçlu yanlış yanıt örneği - 2

Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilen iki durum karşılaştırıldığında, Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilen iki durum karşılaştırıldığında, Şekil 4'teki gibi yanıt veren öğrencilerin eklenecek kü-pü doğru yere ekleyebilme becerisine sahip iken şekli üç boyutlu çizimde zorlandıkları görülmektedir. Şekil 5'teki gibi yanıt veren öğrencilerin ise bu soruya cevap vermek için gerekli olan uzamsal yeteneğe yeterince sahip olmadıkları söylenebilir.

Tablo 2 incelendiğinde hem açık uçlu soru türünde hem de çoktan seçmeli soru türünde en az doğru yanıtın soru 20'ye verilen yanıtlarda olduğu görülmüştür (Soru 20 için bkz. Şekil 6). Soru 20'de açık uçlu soru türünde sadece 3 öğrenci (%4) doğru yanıt verebilmişken çoktan seçmeli türde ise 28 öğrenci (%36) doğru yanıtı seçebilmiştir.



20. Yandaki resimde, okla gösterilen küpler kaldırılırsa, binanın yeni görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



Şekil 6. MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi 20.soru

Şekil 6'daki 20.soru açık uçlu olarak sorulduğunda 77 öğrenciden sadece 3 öğrenci doğru yanıt verebilmiştir. Bu durum öğrencilerin sadece çizim becerilerinin seviyesinin düşüklüğünden kaynaklanmadığı, aynı sorunun çoktan seçmeli olarak verildiğinde de sadece 28 öğrenci tarafından doğru yanıtlanmış olduğundan anlaşılabilir. Bir başka ifadeyle, öğrenciler bu sorunun çözümünü zihinlerinde canlandırmada zorluk yaşadıkları söylenebilir.

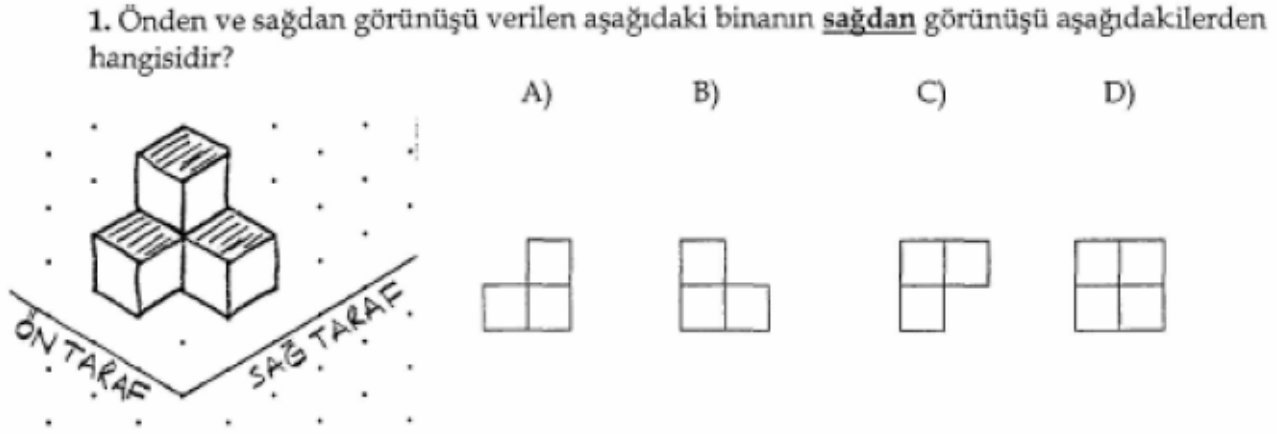
Bulguların ikinci kısmında ise sorulara açık uçlu şekilde doğru yanıt verirken çoktan seçmeli sorulduğunda yanlış yanıt veren öğrenci sayıları ile açık uçlu şekilde yanlış yanıt verirken çoktan seçmeli sorulduğunda doğru yanıt veren öğrenci sayıları belirlenmiştir (bkz. Tablo 3).

Tablo3. Öğrencilerin doğru – yanlış yanıtlarını karşılaştırılması

| | Öğrenci yanıtlarının doğruluğu | | | |
|----------|--------------------------------|----|-------------|-----|
| | AU D - ÇS Y | | AU Y - ÇS D | |
| | f | % | f | % |
| Soru 1 | 5 | 6% | 20 | 26% |
| Soru 11 | 3 | 4% | 21 | 27% |
| Soru 7 | 3 | 4% | 13 | 17% |
| Soru 10 | 0 | 0% | 20 | 26% |
| Soru 14 | 4 | 5% | 20 | 26% |
| Soru 3 | 2 | 3% | 15 | 19% |
| Soru 17 | 1 | 1% | 13 | 17% |
| Soru 20 | 1 | 1% | 29 | 38% |
| Soru 22 | 4 | 5% | 17 | 22% |
| Soru 23 | 1 | 1% | 44 | 57% |
| Ortalama | 2,4 | 3% | 21,2 | 28% |

Tablo 3 incelendiğinde, öncelikle soruların açık uçlu verildiğinde yanlış yanıt verirken çoktan seçmeli verildiğinde doğru yanıt verenlerin sayısının ortalaması 21,2 (%28) bulunmuştur. Tablo 2'deki verilerden çoktan seçmeli sorulara doğru yanıt verenlerin sayısının ortalamasının 52,4 olduğu düşünülürse, bu kişilerin yarıya yakının (%28) önce yapılan açık uçlu sorulardan oluşan teste yanlış yanıt verdiği, çoktan seçmeli durumda doğru yanıtı seçtiği görülmüştür.

Buna karşın 77 öğrenciden ortalama 2,4'ünün açık uçlu sorulardan oluşan teste doğru yanıt verdiği, çoktan seçmeli durumda yanlış yanıt vermesi ilginç bir bulgudur. Açık uçlu soru türünden çoktan seçmeli soru türüne geçerken doğru verilen yanıtın yanlış yanıtı en fazla dönüştüğü soru Şekil 7'de verilen 1.sorudur (5 öğrenci).



Şekil 7. MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi 1.soru

Şekil 7'de verilen bu soruda 5 öğrenci açık uçlu soru türünde doğru çizim yaparken çoktan seçmeli soru türünde yanlış seçeneği işaretlemiştir. Bu durum öğrencilerin zihinlerinde şekli doğru döndürdüklerini ancak uzamsal görselleştirme yaparken hata yaptıklarını göstermektedir.

4. Sonuçlar

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre çıkarılacak en önemli sonuç öğrencilerin uzamsal yeteneklerini belirlerken çoktan seçmeli soru sorulduğunda daha fazla doğru yanıt vermekte olduğu görülmektedir. Bu durum açık uçlu sorulardan oluşan test ile çoktan seçmeli sorulardan oluşan test arasında uzamsal yeteneği belirlemede bir farklılık oluşturabileceğini göstermektedir. Çoktan seçmeli soruların özelliğinden kaynaklanan şans başarısı faktörü oluşabilecek bu farkın en önemli unsurudur. Benzer bir sonuç Bridgeman (1992) tarafından yapılan çalışmada da bulunmuştur. Bridgeman (1992) çalışmasında Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılmakta olan GRE (Graduate Record Examination) sınavının çoktan seçmeli sorularını açık uçlu olarak katılımcılara sormuş ve elde ettiği sonuçlara göre bu iki tür sınavda katılımcıların başarısının çoktan seçmeli sorularda daha başarılı olduğunu bulmuştur. Çoktan seçmeli soru türünün katılımcılara daha kolay gelmiş olabileceğini de ifade etmiştir (Bridgeman, 1992). Mevcut çalışmada da öğrencilerin kendilerine sorulan şekillerin doğru biçimde döndürülmesini çoktan seçmeli test şıklarından bulması daha kolay geldiğini söylemek mümkündür.

Buna karşın, her ne kadar doğru yanıt sayısı daha az olsa da, açık uçlu sorulardan oluşan testte öğrencilerin yarıya yakını (%45) doğru şekli çizebilmiştir. Bu durum öğrencilerin uzamsal yeteneklerine bağlı olarak zihinlerinde oluşan şekli büyük oranda doğru çizebildiklerini göstermektedir. Bununla birlikte öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin belirlenmesinde açık uçlu sorularında kullanılabileceği söylenebilir. Bu duruma benzer olarak Ozuru, Briner, Kurby ve McNamara (2013) çalışmalarında çoktan seçmeli sorular ile açık uçlu sorular arasında anlamlı bir korelasyon bulmuşlardır. Bu çalışmada (Ozuru vd., 2013) açık uçlu soruların katılımcıların verdikleri yanıtların kalitesi ile ilişkili olduğu, çoktan seçmeli soruların ise sorulara verilen doğru yanıtların seviyesi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Mevcut çalışmada ise öğrencilerin uzamsal yeteneklerine bağlı olarak doğru yanıtı bulabildikleri ama açık uçlu sorularda alışık olmadıkları için çizim yapamadıkları sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sonucu destekleyecek biçimde öğrencilerin açık uçlu sorularda yanlış yaptıktan sonra çoktan seçmeli aynı sorularda doğru yanıtı değiştirme yüzdesinin fazla olması gösterilebilir.

Ayrıca, uzamsal yetenek testinin açık uçlu sorular şeklinde verildiği zaman öğrenciler yanıtsız bırakmamak için doğru olmayan rastgele çizimler de yapmışlardır. Buna karşın çoktan seçmeli soru şeklinde şans başarısı faktörü ile birlikte öğrenciler kendilerine göre doğru olabilecek yanıtı seçebilmiştir. Bu durum da öğrencilerin çoktan seçmeli soru türünde

başarısını arttırmıştır. Buna karşın nicel olarak az da olsa (%3) öğrencilerin açık uçlu sorularda doğru çizimler yaparken çoktan seçmeli sorularda yanlış seçeneği işaretlemişlerdir. Bu durum öğrencilerin olası yanıtları gördüğünde zihinlerinde oluşan şeklin hangisi olduğuna karar vermede yanlılgı yaşadıklarını göstermektedir. Olası nedenlerin belirlenebilmesi için öğrenciler ile görüşmeler yapılmadığından kesin bir sonuca ulaşılamamaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre şu önerilerde bulunulabilir:

- Uzamsal yetenek belirlenirken çoktan seçmeli sorulardan oluşan testlerin kullanılması daha elverişlidir.
- Öğrencilerin herhangi bir konuda doğru çizimler yapabilmeleri için bu tarz etkinliklerin kullanıldığı öğrenme ortamları daha fazla kullanılmalıdır.
- Bu konu ile ilgili araştırma yapılırken öğrenci yanıtlarının bir anket ile alınmasının yanı sıra görüşme odaklı araştırmalar yapılmalıdır.

5. Kaynakça

- Aktaş, M. ve Aktaş, D. Y. (2011). 8. Sınıf öğrencilerinin dörtgenleri köşegen özelliklerinden yararlanarak tanıma sürecinin incelenmesi, 10. Matematik Sempozyumu. İstanbul, Işık Üniversitesi.
- Aktaş, M. C., ve Aktaş, D. Y. (2012). Öğrencilerin dörtgenleri anlamları: paralelkenar örneği. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 1(2), 319–329.
- Altun, M. (2008). *İlköğretim İkinci Kademe (6, 7 ve 8. sınıflarda) Matematik Öğretimi*. Erkam Matbaacılık, 6. Baskı, Bursa.
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215-241.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Baki, A., Kösa, T., ve Güven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 291-310.
- Başaran-Şimşek, E. (2012). *Dinamik Geometri Yazılımı Kullanmanın İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersindeki Akademik Başarılarına ve Uzamsal Yeteneklerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Battista, C. (2007). Applications of mental rotation figures of the Shepard and Metzler type and description of a mental rotation stimulus library. *Brain and cognition*, 66(3), 260-264.
- Battista, M., Wheatley, G. ve Talsma, G. (1989). Spatial visualization, formal reasoning, and geometric problem-solving strategies of preservice elementary teachers. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(4), 17-30.
- Baykul, Y. (2005). *İlköğretimde Matematik Öğretimi (1-5. Sınıflarda)*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bishop AJ (1980) *Spatial abilities and mathematics education: A review*. *Educational Studies in Mathematics*, 11(1980), 257-269.
- Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1-17.
- Bridgeman, B. (1992). A comparison of quantitative questions in open-ended and multiple-choice formats. *Journal of Educational Measurement*, 29(3), 253-271.
- Bulut S. ve Köroğlu S., 2000, *On Birinci Sınıf Öğrencilerinin ve Matematik Öğretmen Adaylarının Uzaysal Yeteneklerinin İncelenmesi*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18, 56-61.
- Burnett, S. A., ve Lane, D. M. (1980). Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4(3), 233-242.
- Carpenter, P. A., ve Just, M. A. (1986). Spatial ability: An information processing approach to psychometrics. *Advances in the psychology of human intelligence*, 3, 221-253.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Casey, M. B., Nuttall, R. L., ve Pezaris, E. (2001). Spatial-mechanical reasoning skills versus mathematics self-confidence as mediators of gender differences on mathematics subtests using cross-national gender-based items. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28-57.
- Chang, Y. (2014). 3D-CAD effects on creative design performance of different spatial abilities students. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 30, 397-407
- Clements, D. H. ve Battista, M.T. (1992). Geometry and Spatial Reasoning. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 420-464. New York: Macmillan Publishing Company.
- Clements, D.H. ve McMillen, S. (1996). Rethinking “Concrete” Manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2(5), 270-279.
- Clements, D.H., ve Sarama, J. (2007). Early childhood mathematics learning. In F. Lester (Ed.), *Handbook of Research on Teaching and Learning Mathematics* (2nd ed.). Greenwich, CT: Information Age Publishing

- Dane, A. ve Başkurt, H. (2011). İlköğretim 6,7 ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Doğru Parçası, Doğrusallık, Işın ve Açık Kavramlarını Algılama Düzeyleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2). 23-35.
- Del Grande, J. (1990). Spatial sense. *The Arithmetic Teacher*, 37(6), 14.
- Dere, E. (2017). *Web Tabanlı 3B Tasarım Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme Becerilerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- De Villiers, M. (1994). The role and function of a hierarchical classification of quadrilaterals. *For the learning of mathematics*, (17). 11-18.
- Downs, R., ve DeSouza, A. (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*. National Academies Press.
- Durmuş, S. (2012). Geometrik Düşünme ve Geometrik Kavramlar. J. A. Walle, K. S. Karp, & J. M. Bay-Williams içinde, *İlkokul ve Ortaokul Matematiği Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim* (s. 400). Ankara: Nobel.
- Ergün, S. (2010). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenleri Algılama, Tanımlama ve Sınıflama Biçimleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Fennema, E., ve Tartre, L. A. (1985). The use of spatial visualization in mathematics by girls and boys. *Journal for Research in Mathematics Education*, 184-206.
- Gutiérrez, A. (1996). *Visualization in 3-dimensional geometry: In search of a framework*. Proceedings of the 18th International Conference for the Psychology of Mathematics Education (Vol.1, p. 328), USA..
- Gün, E. (2014). Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Hannafin, R. D., Truxaw, M. P., Vermillion, J. R., & Liu, Y. (2008). Effects of spatial ability and instructional program on geometry achievement. *The Journal of Educational Research*, 101(3), 148-157.
- Heigham, J. ve Croker, R.A. (2009). *Qualitative Research in Applied Linguistics A Practical Introduction*. Palgrave Macmillan, New York.
- İça Turhan, E. (2010). *Bilgisayar Destekli Perspektif Çizimlerin Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yeteneklerine, Matematik, Teknoloji ve Geometriye Karşı Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.
- Jackson, C., Lamar, M., Wilhelm, J. A., ve Cole, M. (2015). Gender and Racial Differences: Development of Sixth Grade Students' Geometric Spatial Visualization within an Earth/Space Unit. *School Science and Mathematics*, 115(7), 330-343.
- Jones, K. (2002). Issues in the Teaching and Learning of Geometry. In: Linda Haggarty (Ed), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics: perspectives on practice*. London: RoutledgeFalmer. Chapter 8, pp 121-139. ISBN: 0-415-26641-6.
- Kalay, H. (2015). *7. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yönelim Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Kimura, D. (1999). Sex and cognition. Cambridge, MA: MIT Press
- Kösa, T. (2016). Uzamsal Yetenek: Tanımı ve Bileşenleri. E. Bingölbali, S. Arslan, & İ. Ö. Zembat içinde, *Matematik Eğitiminde Teoriler* (s. 337-338). Ankara: Pegem Akademi.
- Linn, M. C., ve Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1993). Spatial ability. Human abilities: *Their nature and measurement*, 97, 116.
- Malara, N. (1998). *On the difficulties of visualization and representation of 3D objects in middle school teachers*. In A. Olivier & K. Newstead (Eds.), Proceedings of the 22nd PME International Conference, 3, 239-246.
- Martin-Guiterrez, J., Gil, F. A., Contero, M., ve Saorin, J. I. (2010). *Dynamic Three-Dimensional Illustrator for Teaching Descriptive Geometry and Training Visualisation Skills*.
- McGee, M.G. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- MEB (2015a). *Ortaokul matematik dersi 5-8. Sınıflar öğretim programı*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB (2015b). *Ortaöğretim matematik dersi 9-12. Sınıflar öğretim programı*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Monaghan, F. (2000). What difference does it make? Children's views of the differences between some quadrilaterals. *Educational studies in mathematics*, 42(2), 179-196.
- Morse, J. M. (2003). Principles of mixed methods and multimethod research design. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 1, 189-208.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) (2000). *Principles and standards for school mathematics*, Reston, VA: Author
- Okagaki, L., ve Frensch, P. A. (1996). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Interacting with video*, 11, 115-140.

- Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 4(2), 86-91.
- Ozuru, Y., Briner, S., Kurby, C. A., & McNamara, D. S. (2013). Comparing comprehension measured by multiple-choice and open-ended questions. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 67(3), 215.
- Özkan, M. (2015). 7. sınıf öğrencilerinin çokgenlerde ve özel dörtgenlerde yaptıkları kavram yanılgılarının incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Parzys, B. (1988). Problems of the plane representation of space geometry figures. *Educational Studies in Mathematics*, 19(1), 79-92.
- Parzys, B. (1991). Representations of space and students' conceptions at high school level. *Educational Studies in Mathematics*, 22(6), 575-593.
- Sowder, J. T., ve Wearne, D. (2006). *What do we know about eighth-grade student achievement?* Mathematics Teaching in the Middle School.
- Stockdale, C., ve Possin, C. (1998). *Spatial Relations and Learning*. ARK Foundation, Allenmore Medical Center.
- Strong, S., ve Smith, R. (2002). Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of industrial technology*, 18(1), 1-6.
- Tan, Ş. (2009). *Öğretimde ölçme ve değerlendirme: KPSS el kitabı*. Pegem Akademi
- Tartre, L.A. (1990). Spatial Orientation Skill and Mathematical Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 216-229.
- Titus, S., & Horsman, E. (2009). Characterizing and improving spatial visualization skills. *Journal of Geoscience Education*, 57(4), 242-254.
- Thurstone, L. L.(1938) *Primary Mental Abilities*, Psychometric Monographs, 1-121.
- Turğut, M. ve Nagy-Kondor, R. (2013). *Spatial visualization skills of Hungarian and Turkish prospective mathematics teachers*. *International Journal for Studies in Mathematics Education*, 6(1), 168-183.
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. Kademedeki Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Turgut, M. F. ve Baykul, Y. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi
- Tversky, B. (2005). *Visuospatial reasoning*. The Cambridge handbook of thinking and reasoning, (13), 209-240.
- Ubu, B. ve Üstün, I. (2003). *Figural and conceptual aspects in identifying polygons*. Proceedings of the 27th International Conference for the Psychology of Mathematics Education (Vol.1, p. 328), USA.
- Usiskin, Z. (1987). *Why elementary algebra can, should, and must be an eighth-grade course for average students*. *The Mathematics Teacher*, 80(6), 428-438.
- Wai, J., Lubinski, D., ve Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. 6. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, B. (2009). *Üç-Boyutlu Sanal Ortam ve Somut Materyal Kullanımının Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme Becerilerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Yolcu, B. (2008). *Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yeteneklerini Somut Modeller ve Bilgisayar Uygulamaları ile Geliştirme Çalışmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.
- Yurt, E. (2011). *Sanal Ortam ve Somut Nesnelere Kullanılarak Gerçekleştirilen Modellemeye Dayalı Etkinliklerin Uzamsal Düşünme ve Zihinsel Çevirme Becerilerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Yüksel, N. S. (2013). *Uzamsal Yetenek, Bileşenleri ve Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi Üzerine*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Zimmerman, W. (1991). Editors' introduction: What is mathematical visualization? In W. Zimmerman ve S. Cunningham (Eds.), *Visualization in teaching and learning mathematics* (pp. 1-7). Washington, DC: Mathematical Association of America .