

Relationship between Spatial Thinking and Puzzle Games of Elementary School Students*

Emel ÇİLİNGİR ALTINER¹

¹Çukurova University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, Turkey

ARTICLE INFO

Article History:

Received 09.06.2017

Received in revised form
17.10.2017

Accepted 27.10.2017

Available online

16.12.2017

ABSTRACT

The present research aims to examine the relationship between the spatial thinking skills of fourth-grade primary school students and their abilities pertaining to puzzle games. Spatial thinking refers to the mental manipulation of object and thus the ability to move physically over space, time, and distance. The term also connotes a range of mental skills including intelligence with regard to the associations that stem from objects, their shapes, their paths, and how they move over distance. Spatial thinking skills are thought to be both innate and acquired. Humans are born with a fundamental cognition of space and distance and as children grow and experience their environment, they hone their spatial thinking capabilities. In this context, it is thought that the spatial thinking skills of children who frequently play with visual games and puzzles, such as locating patterns, finding symmetry, matching shapes or objects, identifying, combining and breaking up shapes, and working on jigsaws, are much more evolved. Based on this hypothesis, the correlational method was used in the study. In total, 117 students from a state school in Adana participated. Two measuring instruments were used. A geometry test was used to measure the spatial visualization skills of the students in two-dimensional geometry and another test was used to measure their proficiency in the puzzle games. The results revealed a positive and significant relationship between the puzzle test and the spatial visualization tests.

© 2017 IOJES. All rights reserved

Keywords:

Spatial thinking, puzzle, spatial visualization

Extended Summary

Purpose

Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education ensures that students develop various aptitudes such as self-reliance, problem-solving, and critical thinking. It also helps students gain life experience, hones their spatial skills, and aids them in becoming more inventive and innovative. STEM education aims to meet the requirements of the present age and facilitate economic progress by training individuals to meet the needs of the business world and develop the ability of technological innovation. Studies show that spatial skills are important for STEM education. As mentioned above, spatial thinking refers to the mental manipulation of objects and thus, the ability to move physically over space, or to a range of mental skills, including intelligence about spatial thinking, space, and space associations. For example, these skills are used to find a route using a map, store excess items, select containers of the appropriate size for leftovers of meals, replace a car seat in the same way, or use a diagram. Spatial thinking skills are thought to be both innate and later acquired. In addition, some studies state that spatial thinking can be developed through suitable working environments, activities, and equipment. In this context, it is thought that the spatial thinking skills of children who frequently play visual games and puzzles, such as locating patterns, finding symmetry, matching shapes or objects, identifying, combining and breaking up shapes, and working on

* A part of this study was presented in oral presentation at the 16th International Primary Teacher Education Symposium (USOS 2017-Cyprus).

¹ Corresponding author's address: Çukurova University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 01330, Sançam-Adana/ Türkiye

Telephone: +90 322 3386060 - 2789

e-mail: ecilingir@cu.edu.tr, cilingire@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.15345/iojes.2018.01.008>

jigsaws, are much more evolved. Founded on this assumption, this study aims to examine the association between the spatial thinking skills of fourth-grade primary school students and their abilities pertaining to puzzle games.

Method

The correlational method was used in the study. These are investigations of the relationship between two or more variables in any of the research methods without any intervention. A total of 117 fourth-grade students in a state school in Adana were included in the study. The students belonged to the lower socioeconomic strata. The statements of school administrators and teachers were effective in determining the socioeconomic level of the school. A sampling method was used selecting students to participate in the study.

A geometry test was used to measure the spatial visualization skills of the students in two-dimensional geometry and another test was used to measure their competence in the puzzle games in order to collect data for the research. The Cronbach α value of the spatial visualization skill test of two-dimensional geometry was found to be .78. In the analysis of the puzzle test, the item difficulty indices were also examined because the test was created for the first time. Test item difficulty indexes varied from .43 to .92. As the difficulty indexes of the items were higher than .30, no action was taken regarding the disposal of items. The average item discrimination power index was .36. Cronbach α value of the Puzzle Test was .75 and KR 20 value was also found to be .77.

Results

The scores obtained from the puzzle, spatial visualization, spatial, digital spatial, rotation, and field measurement tests were analyzed by non-parametric tests with the Mann-Whitney-U test to investigate whether the students had preschool education and whether they differed by gender. According to the results, it can be said that having a preschool education is effective in increasing the skills of spatial, spatio-numeric, spatial visualization, and puzzling, but there is no effect of preschool education on the outcome of the mental rotation and informal area measurement tests. Moreover, it was found that the gender variable was not effective in the scores obtained from these tests. The Spearman Brown's rank correlation coefficient was used to explain the relationship between the scores of the puzzle test and the scores of the spatial visualization, spatial, spatio-numeric, mental rotation, and informal area measurement tests. Accordingly, it can be stated that as the success rate of the puzzle test increases, the student's achievements in spatial, spatio-numeric, informal area measurement, and spatial visualization tests will also be enhanced.

Discussion

As the findings obtained in the research were examined, it was seen that when the students who had preschool education were compared with students who did not, there was a significant difference between the scores of spatial, spatio-numeric, spatial visualization, and puzzle tests, although the scores of mental rotation and informal area measurement did not differ significantly. When the studies were examined, it was observed that children who were in low-social-economic-status (SES) and were less exposed to math conversations (both by parents and by the process of a preschool education) lagged behind other children. This situation overlaps with the findings of the research.

There was no significant difference between the scores of the puzzle, spatial visualization, spatial, spatio-numeric, informal area measurement, and mental rotation tests according to the gender of the students in the research. The studies examined have not reached consensus on this issue. In some studies, gender makes a difference, while in others, it does not. It is noticed that there is a positive and significant relationship between the puzzle test and the spatial visualization, spatial, spatio-numeric, and informal area measurement tests even in children in the fourth grade of elementary school. Hence, the positive effects of concrete experiences gained in the early years can be seen not only in toddlers but also in older children.

Conclusion

Spatial language input is acquired as a result of the relationship of preschool pupils with their peers and teachers and also when parents communicate with their children. It is an important basis for the development of geometric and spatial thinking skills in children. It can be said that spatial games, talking about mathematics, activities involving visual puzzles, and experiential teaching methods will also benefit

students in gaining proficiency in mathematics and geometry. By adding Legos, puzzle games, blocks, tangrams, and wooden blocks to school syllabi and by the inclusion of spatial language in conversations with teachers, parents, and peers during these activities, it would be possible to reduce the difference in the present success rate in the STEM subjects among students.

İlkokul Öğrencilerinin Uzamsal Düşünme ile Yapboz Oyunlarındaki Becerileri Arasındaki İlişki*

Emel ÇİLİNGİR ALTINER¹

¹ Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Türkiye

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihi:
Alındı 09.06.2017
Düzeltilmiş hali alındı
17.10.2017
Kabul edildi 27.10.2017
Çevrimiçi yayınlandı
16.12.2017

ÖZ

Araştırmanın amacı ilkököl dördüncü sınıf öğrencilerinin uzamsal düşünme becerileri ile yapboz oyunlarındaki becerileri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Uzamsal düşünme, uzay ve mekân ilişkileri ile ilgili akıl yürütmeyi içeren bir dizi zihinsel beceriyi veya nesnelere zihinsel olarak manipüle etme veya fiziksel olarak boşlukta hareket ettirme yeteneğini ifade etmektedir. Uzamsal düşünme becerisi, hem doğuştan gelen hem de sonradan kazanılan bir beceridir. Bu bağlamda günlük yaşamında sık sık bulmaca, yapboz, örüntü oluşturma, simetrisini bulma, şekilleri eşleştirme-birleştirme-parçalama, gölge keşfi gibi görsel oyunlarla oynayan çocukların uzamsal düşünme becerilerinin daha ileri seviyede olacağı düşünülmektedir. Bu hipotezden yola çıkarak çalışmada korelasyonel (ilişkisel) yöntem kullanılmıştır. Araştırmaya Adana ilinde bulunan bir devlet okulundaki toplam 117 öğrenci dâhil edilmiştir. Ölçme aracı olarak öğrencilerin iki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen bir geometri testi ile yapboz oyunlarındaki becerilerini ölçen başka bir test kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda puzzle testi ile uzamsal görselleştirme testleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

© 2017 IOJES. Tüm hakları saklıdır

Anahtar Kelimeler:

Uzamsal düşünme, yapboz oyunu, uzamsal görselleştirme

Giriş

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM; STEM) eğitimi ile birlikte öğrencilerin kendilerine güvenme, eleştirel düşünme, problem çözme, uzamsal beceri ve yaşam deneyimi kazandırma, yenilikçi ve mucit olma gibi birçok özelliğin gelişmesi sağlanmaktadır (Yıldırım ve Altun, 2015; MEB, 2016). STEM eğitimi, bulunulan çağın gereklerine uygun şekilde ekonomik olarak ilerlemeyi ve iş dünyasının ihtiyaçlarını karşılayan, teknoloji ile iç içe ve inovasyon yeteneğine sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmalar, uzamsal becerilerin STEM eğitimi için önemli olduğunu göstermektedir (Wai, Lubinski ve Benbow, 2009).

Uzamsal düşünme, uzay ve mekân ilişkileri ile ilgili akıl yürütmeyi içeren bir dizi zihinsel beceriyi veya nesnelere zihinsel olarak manipüle etme, aralarındaki ilişkileri ve uzaklıkları anlama veya fiziksel olarak boşlukta hareket ettirme yeteneğini ifade etmektedir (Lawton 2010; Kösa, 2011; Zhang, Ding, Stegall ve Mo, 2012). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)'ye (2006) göre her sınıf düzeyi için odak noktasını oluşturan temel tavsiyelerinden biri, çocukların fiziksel dünyayı geometrik fikirlerle (ör. Şekil, oryantasyon, uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirmeme) yorumlaması gerektiğidir.. Örneğin; bir haritayı kullanarak yolu bulmak, fazla eşyaları depolamak, arta kalan yemekler için uygun büyüklükte kap seçmek, bir araba koltuğunu yine aynı şekilde yerine takmak veya bir diyagram kullanmak için bu beceriler kullanılmaktadır. Uzamsal düşünme becerisinin, hem doğuştan gelen hem de sonradan kazanılan bir beceri olduğu düşünülmektedir.

Uzamsal görselleştirme ise zihinsel resimlerin karşılaştırılması, manipülasyonu ve dönüştürülmesi yoluyla düşünme ve akıl yürütme yeteneğini içerir (Casey, Jones ve Hare, 2008). Bu yüzden uzamsal beceriler, insan zekasının çok önemli bir bileşenidir. Küçük ve büyük ölçekli nesnelere

*Bu çalışmanın bir kısmı16. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumunda (USOS 2017-Kıbrıs) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹ Sorumlu yazarın adresi: Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, 01330, Sançam-ADANA/ TÜRKİYE

Telefon: +90 322 3386060 - 2789

e-posta: ecilingir@cu.edu.tr, cilingire@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.15345/ijoes.2018.01.008>

ilgili bilgileri (örneğin kitabımızın başka bir kitap altındaki yeri gibi) veya bir hedefe ulaşmak için hangi yönde dönüş yapacağımızı kodlamamıza izin verir. Ayrıca, bu bilgiyi zihinsel olarak dönüştürmemize izin vermektedir, örneğin, farklı değişik bir yönden bir kavşağa yaklaşırsak görebileceklerimizi hayal etmek gibi. Nesnelere kendi çevrelerinde modellemek ve daha karmaşık şekilleri oluşturmak için görselleştirme kullanılmalıdır.

Yapılan bazı araştırmalara (örn., Burnett & Lane, 1980; Lord, 1985; Ben-Chaim, Lappan, Houang, 1988; akt. Olkun, 2003) göre uzamsal düşünmenin uygun çalışma ortamları, araç-gereç ve etkinlik çalışmalarıyla ve çalışmalar sırasında kullanılan uzamsal kelimeler sayesinde geliştirilebileceği belirtilmektedir. Gentner, Özyürek, Güranlı ve Goldin-Meadow (2013) uzamsal kelimeleri kullanmanın uzamsal ilişkisel anlayışın geliştirilmesi için merkez olabileceğini öne sürmektedir; "İlişkisel dil, zihinsel işlemeyi kolaylaştıran temsili yapıların gelişimini teşvik etmekte - yani ilişkisel dil düşünce için araçlar sağlamaktadır." (Ferrara, Hirsh-Pasek, Newcombe, Golinkoff ve Lam, 2011). Pruden, Levine ve Huttenlocher'ın (2011) yaptıkları çalışmada 14 aydan 46 aya kadar uzamsal dili (büyük, uzun ve daire gibi kelimeler) işiten çocukların, 54 aylıkken yapılan uzamsal testlerde daha iyi performans sergiledikleri ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda günlük yaşamında sık sık bulmaca, yapboz, örüntü oluşturma, simetrisini bulma, şekilleri eşleştirme-birleştirme-parçalama, gölge keşfi gibi görsel oyunlarla oynayan çocukların aynı zamanda uzamsal dile maruz kalacakları için uzamsal düşünme becerilerinin daha ileri seviyede olacağı düşünülmektedir. Siegler ve Ramani'ye (2009) göre de uzamsal oyuncaklarla oynama ve etkinliklere katılmanın uzamsal beceriyi geliştirebileceği ifade edilmektedir. Örneğin, çocuklar legolarla bir yapıyı oluşturmak için bir diyagram kullanırken birebir uzamsal ölçeklendirme yapar veya bir puzzle tamamlarken resimlerin eşleştirilmesi için zihinsel rotasyon (döndürme) kullanır. Uzamsal oyun materyalleri ve uzamsal beceriler arasındaki ilişkiyi desteklemek amacıyla legolar, bloklar, tangram bulmacaları ve puzzle kullanılmaktadır. Puzzle, zihinsel ve fiziki olarak parçaları belirli yerlere sığdırmayı içerir ve bir parçanın uyup uymadığı hakkında anında geri bildirim sağlar. Puzzle oyunları, çocukların fiziksel ve zihinsel dönüşümlerini içeren uzamsal bir etkinlik, ayrıca erken yaşta yapılabilecek deneyimdir. Ayrıca Levine, Ratliff, Huttenlocher ve Cannon'a (2012) göre ebeveynlerle oynanan puzzle oyunları sırasında çocukların çabalarını yönlendirmek için ebeveynler sıkça uzamsal dili kullandıkları için erken yaşta çocukların uzamsal dili geliştirmeleri sağlanmaktadır. Aynı zamanda çocukların en iyi şekilde zorlayıcı ve ilgi çekici uzamsal oyuncaklardan öğrenebileceklerini belirtmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, doğrusal ancak yuvarlak olmayan tahtalar ile oynamanın (number board game: sayı tahta oyunları) çocukların matematik performansını geliştirdiği görülmüştür (Siegler ve Ramani, 2009). Bu nedenle, bu araştırmada, puzzle ile oynamanın, Legolarla blok oluşturmalarının ve tahta parçaları kullanarak yeni bir nesne oluşturmalarının uzamsal akıl yürütme ile ilişkili olabilecek uzamsal oyunlar olduğu düşünülmüştür ve bu yüzden araştırmada içlerinden kalem kağıt kullanılarak yapılacak olan puzzle testi tercih edilmiştir.

Ülkemizde, görselleme, uzamsal görselleştirme konularında yapılan çalışmaların çoğu öğretmen adaylarıyla (Turgut & Yılmaz, 2012; Hacıömeroğlu & Hacıömeroğlu, 2017) yürütülen çalışmalardır. Öğrencilerle yapılan çalışmaların sayısı sınırlıdır. Öğrencilerin matematiksel akıl yürütme, uzamsal beceri ve öğrenme türlerine ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte, literatürde bunların arasındaki ilişki üzerinde bir araştırma yapılmamıştır (Danışman ve Erginer, 2017). Bu eksiklik gözönüne alınarak sosyo-ekonomik düzeyi düşük bir okulda çoğunluğu okul öncesi almamış, ebeveyn ilgisi düşük ve uzamsal oyuncaklara erişimi kolay olmayan öğrencilerle uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme becerileri arasındaki ilişki üzerine bir çalışma yapılmıştır. Araştırmanın amacı ilkököl dördüncü sınıf öğrencilerinin uzamsal düşünme becerileri ile yapboz oyunlarındaki becerileri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaktadır.

İlkököl dördüncü sınıf öğrencilerinin;

a. Okul öncesi eğitim alıp almamasına göre puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden aldıkları puanlar farklılaşmakta mıdır?

b. Cinsiyetlerine göre puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden aldıkları puanlar farklılaşmakta mıdır?

c. Puzzle testinden alınan puanlarla uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden alınan puanlar arasında bir ilişki var mıdır?

Yöntem

Araştırma ilişkisel tarama modelindedir. Bu tür araştırma yöntemlerinde iki ya da daha fazla değişkenlere herhangi bir şekilde müdahale edilmeden aralarındaki ilişkinin incelendiği araştırmalardır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012). İlişkisel çalışmalarda, neden sonuç kurmak yerine değişkenlerin birbiriyle olan değişimleri ve ilişkileri incelenmektedir.

Çalışma grubu

Araştırmaya, 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Adana ilinde bulunan düşük sosyo-ekonomik düzeye sahip bir devlet okulundaki toplam 117 tane 4.sınıf öğrencisi dahil edilmiştir. Okulun sosyo-ekonomik düzeyini belirlemede okul idarecileri ve öğretmenlerin söylemleri etken olmuştur. Çalışmaya katılacak öğrencilerin seçiminde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin seçilmesinin nedeni, sosyo-ekonomik düzeyi düşük olan okullarda anne baba eğitiminin düşük olduğunun, çocuklarla matematiksel konuşmaların az olduğunun, okul öncesi eğitimi alan ile alamayan öğrencilerin bir arada bulunabileceğinin düşünülmesinden kaynaklanmaktadır. Tablo 1’de çalışma grubu ile ilgili bilgiler bulunmaktadır.

Tablo 1. Çalışma grubunun özellikleri

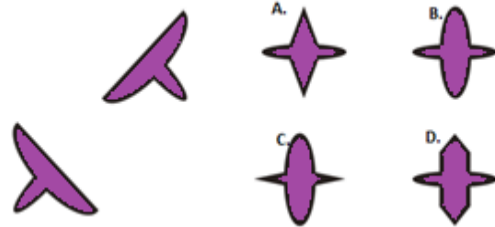
			Okulöncesi eğitim aldı	Okulöncesi eğitim almadı	Toplam
Cinsiyet	Erkek	f	19	41	60
		%	31.7	68.3	100
	Kız	f	17	40	57
		%	29.8	70.2	100
Toplam		f	36	81	117
		%	30.8	69.2	100

Tablo 1 incelendiğinde öğrencilerin 57’si kız, 60’ı erkektir. Yine bu öğrencilerin 36’sı okul öncesi eğitim almış 81’i almamıştır.

Veri Toplama Araçları

Puzzle testi. Puzzle testi, 18 tane parçaları bir araya getirerek yeni bir şekil oluşturma sorularından oluşmaktadır. Testte dört seçeneği çoktan seçmeli sorular bulunmaktadır.

Bu sorularda birleştirmenin yanında zihinsel öteleme, döndürme ve dönüştürme stratejilerinin de kullanılmasını gerekmektedir.



Araştırmada yer alan maddeler Levine ve diğ. (1999) tarafından kullanılan şekillerin dönüştürülmesini içeren Uzamsal Dönüşüm etkinliklerine benzemektedir. Bu etkinlikler 14-46 aylık çocuklar üzerinde (Pruden, Levine, & Huttenlocher, 2011; Levine ve diğ., 2012) ve 5-7 yaş aralıklarında (Levine, Huttenlocher, Taylor ve Langrock, 1999; Ehrlich, Levine ve Goldin-Meadow, 2006) kalem kağıt kullanılmadan parçaların zihinde hareket ettiği hayal ettirilerek kullanılmıştır. Test ile ilgili yapılan analizlere göre madde güçlük indekslerinin .43 ile .92 arasında değiştiği görülmüştür. Madde güçlük indekslerinin .30'dan yüksek olması nedeniyle maddelerin atılmasıyla ilgili bir işlem yapılmamıştır. Ortalama madde ayırt edicilik indeks değeri .36 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla bu veriler üzerinden araştırma analizine devam edilmiştir. Tablo 2'de Puzzle testi ile ilgili yapılan madde analizi ve güvenilirlik analizi sonuçları bulunmaktadır.

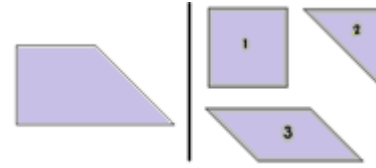
Tablo 2. Puzzle testi ile ilgili madde analizi sonuçları

N	Soru Sayısı	$\bar{\chi}$	s	Cronbach α	KR 20
117	18	13.46	3.16	.75	.77

Tablo 2 incelendiğinde Testin Cronbach α değeri .75, KR 20 değeri ise .77 olarak bulunmuştur. Testlerdeki güvenilirlik katsayısının .70'in üstünde olması güvenilir testler olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2011). Bu doğrultuda testin güvenilir olduğu söylenebilir.

İki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme testi. İlkokul 4. ve ortaokul 5.sınıf düzeyindeki çalışmalarda (Olkun, 2003; Olkun ve Altun, 2003) kullanılan iki boyutlu uzamsal görselleştirme testi 29 tane çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Bu testte uzamsal, sayısal uzamsal, zihinde döndürme ve alan ölçme boyutlarından oluşan sorular yer almaktadır. Testin Cronbach α değeri .78 olarak bulunmuştur. Güvenirlik katsayısının yüksek olduğu söylenebilir.

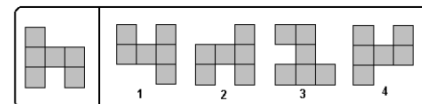
Uzamsal alan boyutunda 8 tane soru bulunmakta ve görsel yargılamayı gerektirmektedir. Geometrik şekillerle yeni geometrik şekiller oluşturulması istenmektedir.



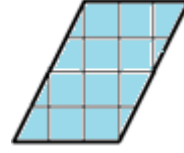
Sayısal-uzamsal boyutunda 8 tane şeklin boyutlarına göre hem görsel hem de sayısal metotların kullanılması gerekmektedir.



Zihinde döndürmede 8 tane soru, figürlerin zihinde döndürülmesini içermektedir.



Alan ölçme kavramı boyutunda ise 5 tane geometrik şeklin alanlarının birim kareleri sayarak bulunduğu sorular yer almaktadır.



Verilerin Toplanması

Araştırmanın amacı doğrultusunda gerekli izinler alındıktan sonra birer ders ara ile bir devlet okulunda 7 tane sınıfa Puzzle testi ve İki Boyutlu Geometride Uzamsal Görselleştirme testi uygulanmıştır. Uygulamalar 1 hafta boyunca öğretmenlerin uygun gördüğü saatlerde ve çalışmaların sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için hem öğretmenin hem de araştırmacının gözetmenliğinde yapılmıştır. Öğrenciler Puzzle testini, 20 dakikada tamamlamışlar, İki Boyutlu Geometride Uzamsal Görselleştirme testi için ise bir ders saatini kullanmışlardır.

Verilerin Analizi

Elde edilen veriler SPSS programına girilerek alt problemler doğrultusunda istatistiki olarak analizleri yapılmıştır. Verilerin Kolmogorov-Smirnov değerlerine bakılmış ve normal dağılmadığı görülmüştür ($p < .05$). Öğrencilerin Puzzle testi ve İki Boyutlu Geometride Uzamsal Görselleştirme testinden aldıkları puanların cinsiyet ve okul öncesi eğitim alıp almadığına göre fark olup olmadığını incelerken non-parametrik tekniklerden Mann Whitney-U testi kullanılmıştır. Öğrencilerin testlerden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığına bakma için ise değişkenler normal dağılım göstermediği için Spearman Brown Sıra Farkları korelasyon katsayılarına bakılmıştır.

Bulgular

Puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden aldıkları puanlar öğrencilerin okul öncesi eğitim alıp almamasına göre farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesi için non-parametrik testlerden Mann Whitney-U testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Okul öncesi eğitim alıp almamasına göre puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinin Mann Whitney-U testi sonuçları

Test	OÖ eğitim	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p*
Uzamsal	Okulöncesi eğitim aldı	36	68.78	2476.00	1106.000	.035
	Okulöncesi eğitim almadı	81	54.65	4427.00		
Sayısal uzamsal	Okulöncesi eğitim aldı	36	71.08	2559.00	1023.000	.009
	Okulöncesi eğitim almadı	81	53.63	4344.00		
Döndürme	Okulöncesi eğitim aldı	36	57.58	2073.00	1407.000	.756
	Okulöncesi eğitim almadı	81	59.63	4830.00		
Alan ölçme	Okulöncesi eğitim aldı	36	67.10	2415.50	1166.500	.080
	Okulöncesi eğitim almadı	81	55.40	4487.50		
Uzamsal Görselleme	Okulöncesi eğitim aldı	36	70.49	2537.50	1044.500	.014
	Okulöncesi eğitim almadı	81	53.90	4365.50		
Puzzle	Okulöncesi eğitim aldı	36	72.17	2598.00	984.000	.005
	Okulöncesi eğitim almadı	81	53.15	4305.00		

* $p < .05$ olarak alınmıştır.

Tablo 3 incelendiğinde, okul öncesi eğitim alan öğrencilerin almayanlara göre uzamsal, sayısal uzamsal, uzamsal görselleştirme ve puzzle testlerinden aldıkları puanlarda anlamlı bir şekilde fark olduğu görülmüştür ($U_{uzamsal}=1106.00$, $U_{sayısaluz.}=1023.00$, $U_{uzgörs.}=1044.50$, $U_{puzzle}=984.00$, $p < .05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında bu fark okul öncesi eğitimi alanların lehine olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgu, okulöncesi eğitim almış olmanın uzamsal, sayısal uzamsal, uzamsal görselleştirme ve puzzle yapma becerilerini arttırmada etkili olduğu söylenebilir. Öğrencilerin döndürme ve alan ölçme puanlarının okul öncesi eğitimi alıp almamalarıyla farklılaşmadığı görülmüştür ($U_{döndürme}=1407.00$, $U_{alanölçme}=1166.50$; $p > .05$). Bu bulgu da, okul öncesi eğitim alıp

almamanın döndürme ve alan ölçme testlerini yapabilmeye bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Tablo 4'te puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden aldıkları puanlar öğrencilerin cinsiyetlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesi için Mann Whitney-U ile test edilmiştir.

Tablo 4. Cinsiyete göre puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinin Mann Whitney-U testi sonuçları

Test	Cinsiyet	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p*
Uzamsal	Erkek	36	68.78	2476.00	1649.000	.736
	Kız	81	54.65	4427.00		
Sayısal uzamsal	Erkek	36	71.08	2559.00	1617.500	.608
	Kız	81	53.63	4344.00		
Döndürme	Erkek	36	57.58	2073.00	1660.500	.781
	Kız	81	59.63	4830.00		
Alan ölçme	Erkek	36	67.10	2415.50	1416.000	.103
	Kız	81	55.40	4487.50		
Uzamsal Görselleme	Erkek	36	70.49	2537.50	1554.500	.395
	Kız	81	53.90	4365.50		
Puzzle	Erkek	36	72.17	2598.00	1697.500	.945
	Kız	81	53.15	4305.00		

*p<.05 olarak alınmıştır.

Tablo 4'e incelendiğinde, ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden aldıkları puanlar cinsiyet değişkinine göre anlamlı bir fark göstermemektedir ($U_{uzamsal}=1649.00$, $U_{sayısaluz.}=1617.50$, $U_{uzgörs.}=1554.50$, $U_{puzzle}=1697.50$, $U_{döndürme}=1660.00$, $U_{alanölçme}=1416.50$; $p>.05$). Bu sonuç doğrultusunda bu testlerden alınan puanlarda cinsiyet değişkeninin etkili olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 5'te puzzle testinden alınan puanlarla uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden alınan puanlar arasında bir ilişki olup olmadığını analiz etmek için sürekli dağılıma sahip ancak normal dağılım göstermeyen değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla Spearman Brown Sıra Farkları korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Bu analizle neden sonuç ilişkisinden ziyade değişkenlerin birlikte hangi düzeyde ve yönde değiştikleri konusunda bilgi elde edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 5. Puzzle testi ile uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testleri arasındaki ilişki

Test	Uzamsal	Sayısal uzamsal	Döndürme	Alan ölçme	Uzamsal Görselleme	Puzzle
Uzamsal	r*	1.000	.458**	.018	.561**	.804**
	p	.	.000	.843	.000	.000
Sayısal uzamsal	r	1.000	-.134	.420**	.689**	.476**
	p	.	.148	.000	.000	.000
Döndürme	r	1.000	1.000	-.011	.240**	.012
	p	.	.	.909	.009	.900
Alan ölçme	r	1.000	1.000	1.000	.800**	.430**
	p	.	.	.	.000	.000
Uzamsal Görselleme	r	1.000	1.000	1.000	1.000	.583**
	p	.	.	.	.	.000
Puzzle	r	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	p	.	.	.	.	.

* r: korelasyon katsayısı/rho

** . Korelasyon, 0.01 seviyesinde (2-kuyruklu) anlamlıdır.

Tablo 5 incelendiğinde, puzzle testi ile uzamsal, sayısal uzamsal, alan ölçme ve uzamsal görselleştirme testleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($r_{uzamsal}=.502$, $r_{sayısaluzm.}=.476$, $r_{alanölçme}=.430$, $r_{uzam.görs.}=.583$; $p<.01$). Buna göre puzzle testlerindeki başarı arttıkça uzamsal, sayısal uzamsal, alan ölçme ve

uzamsal görselleştirme testlerindeki başarının da artacağı söylenebilir. Determinasyon katsayıları dikkate alındığında ($r^2_{uzamsal}=.25$, $r^2_{sayısaluzm}=.23$, $r^2_{alanölçme}=.19$, $r^2_{uzam.görs.}=.34$), uzamsal testindeki toplam varyansın %25'inin, sayısal uzamsal testindeki toplam varyansın %23'ünün, alan ölçme testindeki toplam varyansın %19'unun ve testin toplamı olan uzamsal görselleştirme testindeki toplam varyansın %34'ünün öğrencinin puzzle çözümedeki başarısından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmada elde edilen bulgular incelendiğinde, okul öncesi eğitim alan öğrencilerin almayanlara göre uzamsal, sayısal uzamsal, uzamsal görselleştirme ve puzzle testlerinden aldıkları puanlarda anlamlı bir şekilde fark olmasına rağmen döndürme ve alan ölçme puanlarının anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür. Sosyo-ekonomik düzeyi (SED) düşük olan öğrencilerin okul öncesi eğitimi almama, anne-baba eğitim düzeylerinin düşük olmasıyla ilişkili olarak düşünülmüştür. Bu şekilde düşünüldüğünde araştırmanın sonuçları, Verdine, Golinkoff, Hirsh-Pasek, Newcombe, Filipowicz ve Chang (2013) yaptığı çalışmalarda Legoların birbirine montajı ile yeni şekil oluşturma oyunlarında düşük sosyo-ekonomik düzeye sahip çocuklar diğer çocukların daha gerisinde kaldıkları yönündeki bulgularıyla örtüşmektedir. Ayrıca, düşük SED'deki anne babaların çocuklarıyla birlikte daha az uzamsal sözcük kullandığını bildirmişlerdir. Bu bulguya göre mevcut araştırmaya katılan çocukların hem düşük sosyo ekonomik düzeye sahip hem de okul öncesi eğitimi almayan çocukların yaşantılarında daha az uzamsal sözcükle karşılaştıkları söylenebilir. Çocukların uzamsal becerileri, duydukları uzamsal dil tarafından etkilenir ve bu yüzden bu becerilerin gelişmesi, kendi uzamsal dillerinin gelişmişliği ile ilgilidir (Pruden ve diğ., 2011).

Araştırmada, öğrencilerin cinsiyetlerine göre puzzle, uzamsal görselleştirme, uzamsal, sayısal uzamsal, döndürme, alan ölçme testlerinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Verdine ve diğ. (2013) legolarla ilgili yaptıkları çalışmada ve Olkun ve Altun (2003), Olkun (2003) yaptıkları uzamsal görselleştirme ile ilgili araştırmalarda yine cinsiyet değişkeninin uzamsal beceri üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür. Ancak, Levine ve diğ. (2012), puzzle şeklindeki bulmaca oyunlarında ebeveynlerle iletişimi kuvvetli olan kız çocuklarının daha iyi uzamsal becerilere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Jirout ve Newcombe (2015) yaptıkları araştırmada ise uzamsal oyunlar ve uzamsal beceriler arasındaki ilişki çocukların sosyoekonomik düzey ve cinsiyetleri bakımından incelenmiş, erkeklerin kızlara göre daha fazla uzamsal oyun oynadıkları için uzamsal becerilerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Bunun nedenini ise erkeklerin puzzle, bulmaca, legolara, bloklar ve tahta oyunları (Zingo, Bug Trails) oynarken kızların daha çok çizme, boyama malzemeleri ile oynamalarına bağlamıştır. Çünkü bu etkinlikler veya oyunlar arasındaki en önemli fark çizim ve boyama etkinliklerinin iki boyutlu bir etkinlik olması ve bloklarla ve Legolarla bina yapmanın, bazı bulmaca tipleriyle ve tahta oyunları oynamanın üç boyutlu bir etkinlik olmasıdır. Bu bulgu uzamsal oyunların çocukların uzamsal yeteneklerini geliştirmeye yönelik bir etken olabileceği hipotezini güçlendirmektedir. Sorby (1999), el ve göz koordinasyonunu içeren faaliyetlerin (çocukluk döneminde oluşturulabilen oyuncaklarla oynamak, üç boyutlu bilgisayar oyunları oynamak, bir takım sportif faaliyetlerde bulunmak) bireylerin uzamsal becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir (akt. İrioğlu ve Ertekin, 2012). Aynı zamanda Siegler ve Ramani (2009), düşük gelirli çocukların sayısal gelişimlerini desteklemek için sayısal pano oyunları geliştirmişler ve çocukların sayı algısının geliştirilmesinde matematik masa oyunlarının kullanımının özellikle alt sosyo-ekonomik çevreden gelen çocuklar üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Whyte ve Bull (2008) ise tahta oyunlarının eğlenceli ama son derece eğitsel bir deneyim sunduğunu, tahta oyunları sayesinde çocukların sayısal büyüklüklerdeki uzamsal, zamansal, kinestetik ve sözlü / işitsel ipuçlarının birleşiminin anlamalarını sağladığını ifade etmişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda, sayısal işlemlerde uzamsal temsillerin önemini vurgulamışlardır.

Erken yaşlarda oynanan uzamsal becerileri geliştirici uzamsal oyuncakların, çocuğun somut deneyimleri fiziksel, zihinsel yollardan edinmesine, çocuğun geometrik ve uzamsal düşünme becerilerini geliştirmesine olumlu etkisi olduğu düşünülmektedir (Roorda, 1994). Buna paralel olarak da araştırmada da puzzle testi ile uzamsal, sayısal uzamsal, alan ölçme ve uzamsal görselleştirme testleri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Dolayısıyla erken yaşlarda edinilen somut deneyimlerin ilerleyen yaşlarda çocukların uzamsal becerilerinin gelişimine olumlu etkisi görülebilmektedir. Uttal, Meadow, Tipton, Hand, Alden, Warren ve Newcombe, (2013) de bulmacalarla, bloklarla ve tahta oyunları ile

uzamsal beceriler arasında ilişki olduğunu ve bu oyunlara katılmanın ve bunlarla oynamanın çocuklar üzerinde olumlu etki yapabileceğini ortaya koymuşlardır.

Ergin ve Türnüklü'ye (2015) göre bireyler küçük yaşlardan itibaren farkında olarak veya olmayarak etraflarındaki nesnelerin ve şekillerin büyüklük küçüklüklerini, uzaklık yakınlıklarını, düzlüklerini eğriliklerini tanımlayarak matematiksel bir süreç içine girmektedirler. Daha sonra bireyler okula başlamalarıyla birlikte geometriyi kavramsal olarak zihinlerinde anlamlandırmaya çalışmaktadırlar. Bu sayede matematik eğitimi kişilere, fiziksel çevrelerini ve buradaki sosyal etkileşimlerini anlamayı sağlayacak bir dil kazandıracaktır. Bu sebeple bireylerin uzamsal ve uzamsal görselleştirme becerilerinin geliştirilmesi günlük yaşamlarındaki karşılaştıkları dünyayı tanımalarına ve değer yargısı oluşturmalarına yardımcı olur. Küçük yaşlardan itibaren okul yaşantısının her kademesinde öğrencilerin görsel zekasının ve uzamsal becerilerinin geliştirilmesi için öğrencilere fırsatlar verilmeli ve bu alanda kendilerini ifade etmeleri istenmelidir (NCTM, 2000). Uzamsal beceriler ve uzamsal görselleştirmenin matematik becerisinden bağımsız olarak STEM başarısını da belirlediğini ortaya koymuşlardır (Wai Lubinski & Benbow, 2009). Ramirez, Gunderson, Levine ve Beilock (2012) da, uzamsal görselleştirmenin ön göstergesi olduğunu belirtmiştir. STEM alanlarında başarılı olmak için çocukları bu alanlara hazırlamak ve bu alanlardaki dezavantajlı ve az temsil edilen grupların (sosyo-ekonomik düzeyi düşük, kırsal veya dezavantajlı bölgelerde yaşama, vb.) varlığını etkin bir şekilde sürdürmek için önemli hususlardır. Bu yüzden uzamsal oyunlar (puzzle, lego, tahta bloklar...) bu hedefleri gerçekleştirmeye yönelik kullanılabilir bir yöntemdir (Jirout ve Newcombe, 2015). Başka bir ifadeyle, gerek anne-babaların çocuklarıyla iletişimi sırasında ve gerekse okul öncesi eğitimindeki akran ve öğretmen öğrenci ilişkisi sonucu edinilen uzamsal dil girdisinin geometrik ve uzamsal düşünme becerilerinin gelişimini sağladığı dolayısıyla da STEM öğrenmesi için önemli bir temelin parçası olduğuna işaret etmektedir (Verdine ve diğ., 2013). Uzamsal beceriler, matematiksel beceriler ve erken yaşta matematiksel konuşmalara maruz kalma arasındaki ortaya çıkan ilişkiler sayesinde, uzamsal oyunların, konuşmaların, etkinliklerin ve öğretiminin aynı zamanda öğrencilere matematikte de fayda sağlayacağı söylenebilir. Öğrencilerin, okul öncesi deneyimi yaşamaları üzerinde daha fazla kontrole sahip olan kişilerin ve programı tasarlayanların ders programlarına Legolar, puzzle oyunları, bloklar, tangramlar, tahta bloklar ekleyerek ve bu etkinlikler esnasında uzamsal dili kullanarak, mevcut olan öğrenciler arasındaki (okul öncesi eğitim alıp almama, cinsiyet, sosyo ekonomik düze ve anne-baba matematiksel konuşmalarından kaynaklanan) başarı farkını azaltabilirler.

Bu doğrultuda gelecek çalışmalar için farklı sosyo-ekonomik düzeye sahip daha geniş örneklerde bu değişkenleri yeniden incelemeleri önerilebilir. Öğrencilerin daha çok hangi oyuncaklara sahip oldukları belirlenerek, matematiksel ve geometrik düşüncelerindeki etkileri araştırılabilir. Ayrıca araştırmada cinsiyet değişkeninin uzamsal test ve puzzle üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı görülmektedir. Bunun sebepleri üzerine araştırma yapılabilir.

Kaynakça

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Burrill, G. (Ed.) (2006). *NCTM 2006 Yearbook: Thinking and reasoning with data and chance*, 309-321, Reston, VA: NCTM.
- Casey, B. J., Jones, R. M., & Hare, T. A. (2008). The adolescent brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124(1), 111-126. doi: 10.1196/annals.1440.010
- Danışman, Ş., & Erginer, E. (2017). The predictive power of fifth graders' learning styles on their mathematical reasoning and spatial ability. *Cogent Education*, 4(1), 1-18. doi:10.1080/2331186X.2016.1266830
- Ehrlich, S. B., Levine, S., & Goldin-Meadow, S. (2006). The importance of gesture in children's spatial reasoning. *Developmental Psychology*, 42, 1259-1268. doi: 10.1037/0012-1649.42.6.1259
- Ergin, U. A. S., & Türnüklü, E. (2015). Ortaokul öğrencilerinin cisim imgelerinin incelenmesi: Geometrik ve uzamsal düşünme ile ilişkiler. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 188-199.

- Ferrara, K., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Golinkoff, R. M., & Lam, W. S. (2011). Block talk: Spatial language during block play. *Mind, Brain, and Education*, 5(3), 143-151. doi: 10.1111/j.1751-228X.2011.01122.x
- Gentner, D., Özyürek, A., Gürcanli, Ö., & Goldin-Meadow, S. (2013). Spatial language facilitates spatial cognition: Evidence from children who lack language input. *Cognition*, 127(3), 318-330. doi:10.1016/j.cognition.2013.01.003
- Hacıömeroğlu, G., & Hacıömeroğlu, E. S. (2017). Cinsiyet, uzamsal beceri, mantıksal düşünme becerisi ve çözüm tercihleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 7(1), 116-131. doi: 10.17984/adyuebd.310833
- İrioğlu, Z., & Ertekin, E. (2011). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(1), 75-88.
- Jirout, J. J., & Newcombe, N. S. (2015). Building blocks for developing spatial skills: evidence from a large, representative US sample. *Psychological Science*, 26(3), 302-310. doi: 10.1177/0956797614563338
- Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Lawton, C. A. (2010). Gender, spatial abilities, and way finding. In J. C. Chrisler & D. R. Mc Creary (Eds.), *Handbook of gender research in psychology*, (pp.317-341). Springer New York.
- Levine, S. C., Ratliff, K. R., Huttenlocher, J., & Cannon, J. (2012). Early puzzle play: a predictor of preschoolers' spatial transformation skill. *Developmental Psychology*, 48(2), 530-542. doi: 10.1037/a0025913
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A., & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35, 940-949. doi: 10.1037/0012-1649.35.4.940
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2016). *STEM Eğitimi raporu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK)
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2006). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Olkun, S. (2003b). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-56.
- 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.
- Pruden, S. M., Levine, S. C., & Huttenlocher, J. (2011). Children's spatial thinking: does talk about the spatial world matter?. *Developmental science*, 14(6), 1417-1430. doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01088.x
- Ramirez, G., Gunderson, E.A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). Spatial anxiety relates to spatial abilities as a function of working memory in children, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 474-487, doi: 10.1007/s11199-011-9996-2
- Roorda, J. (1994). Visual perception, spatial visualization and engineering drawing. *Engineering Design GraphicsJournal* 58(2), 12-21.
- Siegler, R. S., & Ramani, G. B. (2009). Playing linear number board games—but not circular ones—improves low-income preschoolers' numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 545-560. doi: 10.1037/a0014239
- Turgut, M., & Yılmaz, S. (2012). Relationships among preservice primary mathematics teachers' gender, academic success and spatial ability. *International Journal of Instruction*, 5(2), 5-20.

- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139, 352–402. doi:10.1037/a0028446
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Filipowicz, A. T., & Chang, A. (2014). Deconstructing building blocks: Preschoolers' spatial assembly performance relates to early mathematical skills. *Child development*, 85(3), 1062-1076. doi: 10.1111/cdev.12165
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over fifty years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101, 817–835. doi: 10.1037/a0016127
- Whyte, J. C., & Bull, R. (2008). Number games, magnitude representation, and basic number skills in preschoolers. *Developmental Psychology*, 44(2), 588-596. doi:10.1037/0012-1649.44.2.588
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Zhang, D., Ding, Y., Stegall, J. & Mo, L. (2012). The effect of visual-chunking-representation accommodation on geometry testing for students with math disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 27(4), 167-177. doi:10.1111/j.1540-5826.2012.00364.x