

Öğretmen Adaylarının Mantıksal ve Uzamsal Düşünme Becerileri: Bölüm, Cinsiyet ve Akademik Performansın Etkisi

Prospective Teachers' Logical and Spatial Thinking Skills: The Effects of Department, Gender and Academic Performance

Melih TURGUT¹

Kürşat YENİLMEZ²

M. Zafer BALBAĞ³

Başvuru Tarihi: 13.10.2016

Yayına Kabul Tarihi: 30.12.2016

DOI: 10.21764/efd.13098

Özet: Bu araştırmanın amacı, ilköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının mantıksal düşünme ve uzamsal düşünme becerilerini belirlemek ve bölüm, cinsiyet ve akademik performansın bu beceriler üzerindeki etkisini çok yönlü incelemektir. Araştırma, Türkiye'nin batısında yer alan bir üniversitede bulunan eğitim fakültesinin ilköğretim matematik öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmenliği lisans programına kayıtlı toplam 431 öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Nedensel-karşılaştırmalı türdeki araştırmada, veri toplama aracı olarak, mantıksal düşünme ve uzamsal düşünme testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde, 2 (bölüm) \times 2 (cinsiyet) \times 5 (akademik performans) çok faktörlü varyans analizi kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının mantıksal düşünme becerilerinin yüksek düzeyde, fakat uzamsal düşünme becerilerinin düşük düzeyde olduğu ve genel olarak, öğrenim görülen bölümün, mantıksal ve uzamsal düşünme becerileri üzerinde bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, cinsiyet ve akademik performansın uzamsal düşünme becerisi üzerinde etkisinin olduğu ve mantıksal alt becerilerin büyük çoğunluğunun uzamsal alt becerilerle ilişkili olduğu ve bağımsız değişkenlerin ortak etkileşimlerinin, öğretmen adaylarının mantıksal ve uzamsal düşünme becerilerini etkilemediği tespit edilmiştir.

Abstract: The aim of this research is to investigate prospective middle school mathematics and science teachers' logical thinking and spatial thinking skills and effects of department, gender and academic performance on such skills within multi variable statistics techniques. Research was conducted with 431 prospective teachers enrolled to two different departments, middle school mathematics and science education programs in an educational faculty of a government university located in western Turkey. Logical thinking and spatial skills tests were used to collect data. A three-way between-subjects analysis of variance, 2 (department) \times 2 (gender) \times 5 (academic performance), was employed to data and according to results, it was observed that while prospective teachers' logical thinking ability was high, their spatial thinking skills were low level. Generally, there was a significant effect of enrolled department on prospective teachers' logical and spatial thinking skills. Next, there were also significant effects of gender and academic performance on spatial thinking skill and a majority of sub-skills of logical thinking were positively correlated to spatial thinking. Interactions among independent variables failed to reach significance for being a factor effecting prospective teachers' logical and spatial thinking skills.

Anahtar Sözcükler: *Mantıksal düşünme, Uzamsal düşünme, Akademik performans, Öğretmen adayı.*

Keywords: Spatial thinking, Logical thinking, Academic performance, Prospective teacher.

Giriş

Alanyazında uzamsal düşünme, uzamsal yetenek ya da uzamsal beceri kavramları kimi zaman birbirlerinin yerine kullanılmakta ve genel olarak, bir cismi, şekli ya da görüntüyü zihinde canlandırabilme ve/veya zihinde manipüle edebilme, ya da ilgili şeklin, cismin ya da görüntünün, bir

¹ Yrd. Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. E-mail: mturgut@ogu.edu.tr

² Prof. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. E-mail: kyenilmez@ogu.edu.tr

³ Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi. E-mail: zbalbag@ogu.edu.tr

başka bakış açısından nasıl görüldüğünü zihinde canlandırabilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Kozhevnikov, Motes ve Hegarty, 2007; McGee, 1979; Olkun, 2003; Turgut, 2015a, 2015b). Uzamsal yeteneğin bu tanımına istinaden, matematik başarısı ile ilişkili olabileceği doğrudan akla gelebilir. Örneğin, öğrenci geometrik bir problemi çözerken—büyük çoğunlukla—bu beceriden yararlanmaktadır. Alanyazındaki bulgular bu fikri doğrular niteliktedir ve yukarıdaki tanımda geçen alt süreçlerin *geometri ve matematik başarısı* ile (pozitif) ilişkili olduğu bilinmektedir (Battista, 1990; Kayhan, 2005; Turgut, 2007). Diğer taraftan, tüm bireyler günlük yaşamda bu yetenekten sürekli olarak yararlanmaktadır. Örneğin, yaya ya da herhangi bir araçla gideceği yolu bulurken, bir başkasına yer ve yönü tarif ederken (Wolbers & Hegarty, 2010) ve/veya herhangi bir tasarımı çizerken ya da oluştururken. Uzamsal yeteneğe karşılık gelen uzamsal düşünmenin, bir bireyin günlük yaşamdaki ihtiyacı ile kesişimi, bu kavramın okul öncesinden, doktora seviyesine kadar tüm öğretim programlarında benimsenmesine neden olmuştur. Ayrıca bu kavramı etkileyen değişkenlerin (örneğin, cinsiyet, öğrenim görülen alan ve akademik performans vb.) neler olduğu ve bu yeteneğin nasıl geliştirilebileceği sorusu hala üzerinde fazlasıyla araştırma gerçekleştirilen bir konudur. Bunun sebeplerinden biri de Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi tarafından gerçekleştirilen sınavların içeriğinde de uzamsal yeteneğe dair soruların göze çarpmasıdır (Uygan & Turgut, 2012).

Uzamsal yeteneğin en temel bileşenleri, *uzamsal görselleştirme* ve *uzamsal yönelim* olarak tanımlanmaktadır (McGee, 1979). Bu ayrıma göre, uzamsal görselleştirme, verilen bir cismin açılması sonrası elde edilen görüntüyü; açılmış bir cismin kapatıldığında oluşacak görüntüyü ve verilen bir cismi ve ona ait parçaların döndürülmesiyle elde edilecek görüntüyü zihinde canlandırabilme becerisi olarak daha çok karmaşık *uzamsal manipülasyonların* tamamlanması becerisi olarak tanımlanmaktadır. Uzamsal yönelim ise, verilen bir şeklin veya cismin, farklı perspektiflerden nasıl görüldüğünü zihinde canlandırabilme becerisi olarak tanımlanmaktadır. Alanyazında en çok bilinen iki bileşen uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim olmasına rağmen, farklı araştırmacıların, farklı tanımlamaları da bulunmaktadır (Örneğin, Linn & Petersen, 1985; Lohman, 1988; Maier, 1998). Bu araştırmada ele alınan kuramsal arka plan, adı geçen iki alt beceriye dayandığından katılımcıların uzamsal görselleştirme (ve içerisinde zihinde döndürme) ve uzamsal yönelim becerileri dikkate alınmıştır.

Uzamsal düşünmeye en çok etki eden etkenlerden birisinin *cinsiyet* olduğu bilinmektedir (Linn & Petersen, 1985; Maeda & Yoon, 2013; Turgut, 2015b). Bilhassa, zihinde döndürme performansı üzerinde, erkeklerin, kadınlara göre daha başarılı olduğu bilinmekteyken, alanyazında geçen diğer bileşenlere göre farklı sonuçlar bulunmaktadır (Turgut & Yenilmez, 2012). Elde edilen cinsiyet farklılığının, *biyolojik, stratejik, duyuşsal, testin uygulaması ve deneyimsel* olarak birçok etkeni olduğu bilinmektedir (detaylar için bkz. Maeda & Yoon, 2013). Bu doğrultuda, bu araştırmada, cinsiyet faktörünün yanı sıra, deneyimle ilişkili olduğu düşünülen bölüm ve akademik performans değişkenleri ve ortak etkileri de göz önüne alınmıştır.

Mantıksal düşünme, (i) olası tüm durumları analiz edebilme, (ii) ilişkilendirme, (iii) orantısal akıl yürütme gibi bazı becerilerin bileşkesi olarak tanımlanabilmektedir (Tobin & Capie, 1981; Yenilmez, Sungur ve Tekkaya, 2005). Herhangi bir seviyedeki öğrencinin, (i), (ii) ve (iii) alt becerileriyle uzamsal yeteneğinin ilişkili olabileceği söylenebilir. Çünkü yukarıda geçen, öğrencinin var olan *olası* tüm durumları analiz edebilmesi için, ilgili durumu zihinde canlandırması gerekebileceğinden, *sezgisel* ve *varsayımsal* olarak, mantıksal düşünme için, uzamsal düşünme becerisinin destekleyici bir role sahip olduğu sonucuna varılabilir. Alanyazında bu varsayıma dair lise öğrencileriyle ilgili sonuçlar bulunmaktadır. Örneğin, lise öğrencilerinin mantıksal düşünme becerileri ile uzamsal düşünme becerilerinin ilişkili olduğu bilinmektedir (Kayhan, 2005). Ayrıca, lise öğrencilerinin fizik başarıları ile mantıksal düşünme ve uzamsal düşünme becerileri arasında da anlamlı ilişkilere rastlanmıştır (Delialioğlu, 1996). Diğer taraftan, alanyazında, genel olarak fen eğitimi ve mantıksal düşünme becerisini (Aydın & Yılmaz, 2010; Şaşmaz Ören & Tezcan, 2009; Sökmen & Bayram, 1999) ve fen eğitimi ve uzamsal düşünme birlikteliğini ele alan araştırmalar da yer almaktadır (Akıllı & Seven, 2013).

İlköğretim matematik öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmenliği öğretim programının temel amaçlarından birisinin de öğrencilere mantıksal düşünme becerilerinin kazandırılması olduğu söylenebilir. İki öğretim programına bakılacak olursa, ortak olarak vektörler, uzay geometri ya da mekanik gibi konular göze çarpmaktadır. Bu kavramların tamamında ise, öğretmen adayının akıl yürütme, analiz etme ve ilişkilendirme yapma, olası tüm durumları düşünme gibi becerilere sahip olması beklenmektedir. Diğer bir deyişle, öğretmen adaylarının, mantıksal ve uzamsal düşünme bileşkesiyle akıl yürütmesinin profesyonel gelişimi için gerekli ve önemli olduğu söylenebilmektedir. Araştırma bu doğrultuda; ilköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmeni adaylarının uzamsal düşünme ve mantıksal düşünme becerilerini incelemek amacıyla ortaya çıkmıştır. Bu amaçla, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmaya çalışılmıştır. İlköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmeni adaylarının:

1. mantıksal düşünme becerileri ne düzeydedir ve cinsiyet, bölüm ve akademik performansın bu beceriler üzerindeki etkisi nedir?
2. uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim düşünme becerileri ne düzeydedir ve cinsiyet, bölüm ve akademik performansın bu beceriler üzerindeki etkisi nedir?
3. mantıksal düşünme alt-becerileri ile uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt-becerileri ilişkili midir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Çalışma kapsamında, cinsiyet, bölüm ve akademik performansın, mantıksal ve uzamsal düşünme üzerindeki etkileri araştırıldığından, araştırma nedensel–karşılaştırmalı türde (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2013) olup nicel paradigma altında ele alınmıştır.

Katılımcılar

Araştırma, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olup rastgele belirlenen, yaşları 18 ile 25 arasında değişen, fen bilgisi öğretmenliği eğitimi lisans programına kayıtlı (170 kadın, 36 erkek olmak üzere)206; ilköğretim matematik eğitimi lisans programına kayıtlı (170 kadın, 55 erkek olmak üzere) 225, toplamda 431 2. ve 3. sınıf öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Mantıksal Düşünme Testi

Toplam 10 sorudan oluşan Mantıksal Düşünme Testi (MDT), (Tobin & Capie, 1981) tarafından geliştirilmiş olup beş farklı muhakeme becerisi ölçmektedir. Bu beceriler, *değişkenleri kontrol etme* (1. ve 2. soru), *orantısal* akıl yürütme (3. ve 4. soru), *olasılıksal* akıl yürütme (5. ve 6. soru), *ilişkisel* akıl yürütme (7. ve 8. soru) ve *kombinasyonel* akıl yürütme (9. ve 10.soru) becerileridir. İlk sekiz soru için öğrenciden doğru olan cevap şıkkını ve buna uygun açıklamayı seçmeleri istenmektedir. Son iki soru ise açık uçludur. MDT (Geban, Askar ve Özkan, 1992) tarafından Türkçeye çevrilmiş ve güvenilirliği 0.81 olarak bulunmuştur. Testten alınabilecek en yüksek puan 18'dir. Bu test için öğrencilere toplam 20 dakika verilmiştir. Teste dair örnek maddeler (Delialioğlu, 1996) içerisinde bulunabilir.

Uzamsal Düşünme Testi

Araştırmada kullanılan Uzamsal Düşünme Testi (UDT) (orijinal ismi: Purdue uzamsal görselleştirme testi), Guay (1976) tarafından, 5 seçenekli olarak geliştirilmiştir ve her biri 12 soru içeren 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde her bir soruda, katılımcıdan açılmış halde verilen bir cismin kapatıldığında oluşacak görüntüsü sorulmaktadır. Diğer bir ifadeyle, öğrencilerin üç boyuttan iki boyuta *görselleştirme becerisini* ölçmektedir. İkinci bölümde verilen bir cismin ve döndürülmüş halinin görüntüsü verilerek, üçüncü bir şekle aynı döndürme işlemi uygulandığında oluşacak görüntüyü bulması istenmektedir. Dolayısıyla bu kısım *zihinde döndürme becerisini* ölçmektedir. Üçüncü bölümde ise, camdan yapılmış bir küpün içerisinde havada asılı duran cisim ve bu cismin küpün bir köşesinden görüntüsü verilmektedir. Katılımcıdan, küpün hangi köşesinden bakıldığında, verilen şeklin elde edilebileceği sorulmaktadır. Üçüncü bölüm ise katılımcıların *uzamsal yönelim becerilerini* değerlendirmektedir. Teste dair örnek sorular için şu kaynaklar incelenebilir (Kurtulus,

2013; Olkun, 2003; Turgut & Uygan, 2014). Testin her bir bölümü için, öğrencilere 8'er dakika verilmiştir. UDT'nin güvenilirlik katsayısı .84 olarak raporlaştırılmıştır (Uygan, 2011).

Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırmanın verileri, 2014–2015 öğretim yılında araştırmacılar tarafından üç haftalık bir süreçte toplanmıştır. Öğrencilere ilk olarak araştırmanın amacı açıklanmış, verilerin sadece araştırma bağlamında kullanılacağı ve gönüllülük esası açıklanmıştır. Gönüllü olan öğrencilere, cinsiyetlerini, bölümlerini ve akademik performanslarını belirtmeleri için bir bilgi formu verilmiştir. Verilerin toplanmasının ardından, MDT'nin ilk sekiz sorusu için elde edilen puan sorunun cevabı ve açıklaması olarak (2'şer puan) alınmış ve 9. ve 10.soru için sadece 1'er puan alınarak toplanmıştır. MDT için, her bir alt beceriye ve testin tümüne ait toplam puanlar oluşturulmuştur. UDT için her bir bölümde doğru işaretlenen soru adedi hesaplanmış, uzamsal görselleştirme alt bileşeni için, görselleştirme ve zihinde döndürme alt testlerinden alınan puanlar toplanmış, uzamsal yönelim becerisi için, yönelim testinden alınan puan doğrudan analize dahil edilmiştir. Ayrıca, ölçeğin tamamına ait UDT toplam puanı da hesaplatılarak; sonuç olarak, öğrencilerin MDT ve UDT puanları bağımlı değişken alınarak, 2 (cinsiyet) × 2 (bölüm) × 5 (akademik performans) çok faktörlü ANOVA ile analiz edilmiştir (akademik performans, akademik ortalamaya göre 0–1.99, 2–2.49, 2.5–2.99, 3–3.49, 3.5–4 olarak alınmıştır). Bu sayede, bağımsız değişkenlerin ortak etkilerinin de incelenmesi sağlanmıştır. Anlamlılık seviyesinin yanında, etki büyüklüğünü ifade etmek için η_p^2 değerleri de sunulmuştur.

Bulgular

Araştırmanın ilk sorusuna yanıt aramak için betimsel istatistik tekniklerinden yararlanılmıştır. Tablo 1'de, öğretmen adaylarının MDT ve alt bölümlerine dair puanlarına yer verilmiştir (\bar{X} : Ortalama, S.S.: Standart Sapma).

Tablo 1. MDT Puanlarına Ait Betimsel İstatistik Sonuçları

Alt-beceri	\bar{X}	S.S.
Değişkenleri Kontrol Etme (DKE)	2.56	.72
Orantısal Akıl Yürütme (ORAY)	3.16	.60
Olasılıksal Akıl Yürütme (OLAY)	2.58	.67
İlişkisel Akıl Yürütme (İAY)	2.78	.65
Kombinasyonel Akıl Yürütme (KAY)	3.00	.62
MDT Toplam	14.12	1.99

Tablo 1 incelendiğinde, öğretmen adaylarının en çok zorlandıkları soru grubunun DKE, en fazla doğru işaretleme yaptıkları soru grubunun ise ORAY olduğu görülmektedir. Diğer soru gruplarının, OLAY, İAY ve KAY puanlarının her birisinin ve ayrıca toplam puanın da 18'e yakın olmasından dolayı, öğretmen adaylarının mantıksal düşünme düzeylerinin yüksek seviyede olduğu söylenebilir. 1.

araştırma sorusunun ikinci kısmı olan cinsiyet, bölüm ve akademik performans değişkenlerinin, DKE üzerindeki tek tek ve ortak etkilerini incelemek için gerçekleştirilen çok faktörlü varyans analizi sonuçları Tablo 2’de sunulmaktadır (AP: Akademik Performans, KT: Kareler Toplamı, Sd: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması).

Tablo 2. DKE Puanlarına Dair Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	.401	1	.401	.812	.368	.002
Bölüm	2.121	1	2.121	4.298	.039	.010
AP	2.487	4	.622	1.260	.285	.012
Cinsiyet×Bölüm	.525	1	.525	1.064	.303	.003
Cinsiyet×AP	1.603	3	.534	1.082	.356	.008
Bölüm×AP	1.417	4	.354	.718	.580	.007
Cinsiyet ×Bölüm ×AP	.305	2	.152	.309	.735	.001
Hata	204.319	414	.494			
Toplam	935.941	431				
Düzeltilmiş Hata	224.836	430				

Tablo 2’ye göre öğretmen adaylarının DKE puanları, sadece bölüme göre farklılaşırken $F(1,414) = 4.29, p < .05, \eta_p^2 = .010$; cinsiyet $F(1,414) = .81, p > .05, \eta_p^2 = .002$, AP $F(4,414) = 1.26, p > .05, \eta_p^2 = .012$ değişkenlerine ve cinsiyet × bölüm $F(1,414) = 1.06, p > .05, \eta_p^2 = .003$, cinsiyet × AP $F(3,414) = 1.08, p > .05, \eta_p^2 = .008$, bölüm × AP $F(4,414) = .71, p > .05, \eta_p^2 = .007$, cinsiyet × bölüm × AP $F(2,414) = .30, p > .05, \eta_p^2 = .001$ ortak etkilerine göre farklılaşmadığı görülmektedir. Elde edilen bölüm etkisinin, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının DKE puanlarının ($\bar{X} = 1.46, S.S. = .65, N = 225$), fen bilgisi öğretmeni adaylarının puanlarından ($\bar{X} = 1.09, S.S. = .74, N = 206$) daha yüksek olmasından kaynaklandığı bulunmuştur. Öğretmen adaylarının, ORAY becerilerine ait analiz sonuçlarına Tablo 3’de yer verilmiştir.

Tablo 3. ORAY Puanlarının Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	.120	1	.120	.359	.549	.001
Bölüm	.393	1	.393	1.174	.279	.003
AP	2.258	4	.565	1.685	.153	.016
Cinsiyet×Bölüm	.364	1	.364	1.086	.298	.003
Cinsiyet×AP	.914	3	.305	.909	.437	.007
Bölüm×AP	1.506	4	.377	1.124	.345	.011
Cinsiyet ×Bölüm ×AP	.074	2	.037	.111	.895	.001

Hata	138.738	414	.335
Toplam	1233.322	431	
Düzeltilmiş Hata	156.747	430	

Tablo 3'e göre öğretmen adaylarının ORAY becerilerinin, cinsiyet $F(1,414) = .35, p > .05, \eta_p^2 = .001$, bölüm $F(1,414) = 1.17, p > .05, \eta_p^2 = .003$, AP $F(4,414) = 1.68, p > .05, \eta_p^2 = .016$ ve cinsiyet \times bölüm $F(1,414) = 1.08, p > .05, \eta_p^2 = .003$, cinsiyet \times AP $F(3,414) = .90, p > .05, \eta_p^2 = .007$, bölüm \times AP $F(1,414) = 1.12, p > .05, \eta_p^2 = .011$, cinsiyet \times bölüm \times AP $F(2,414) = .11, p > .05, \eta_p^2 = .001$ ortak etkilerine göre de farklılaşmadığı görülmektedir. Öğrencilerin OLAY becerileri üzerinde gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. OLAY Puanlarının Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	1.053	1	1.053	2.440	.119	.006
Bölüm	1.790	1	1.790	4.145	.042	.010
AP	1.672	4	.418	.968	.425	.009
Cinsiyet \times Bölüm	.070	1	.070	.162	.688	.000
Cinsiyet \times AP	.402	3	.134	.310	.818	.002
Bölüm \times AP	1.024	4	.256	.593	.668	.006
Cinsiyet \times Bölüm \times AP	.049	2	.025	.057	.945	.000
Hata	178.746	414	.432			
Toplam	913.170	431				
Düzeltilmiş Hata	195.687	430				

Öğretmen adaylarının OLAY puanları, öğrenim gördükleri bölüme göre farklılaşmaktadır $F(1,414) = 4.14, p < .05, \eta_p^2 = .010$. Diğer bağımsız değişkenler olan cinsiyete $F(1,414) = 2.44, p > .05, \eta_p^2 = .006$, AP'ye $F(4,414) = .96, p > .05, \eta_p^2 = .009$ ve ortak etkileri olan cinsiyet \times bölüm $F(1,414) = .16, p > .05, \eta_p^2 = .000$, cinsiyet \times AP $F(3,414) = .31, p > .05, \eta_p^2 = .002$, bölüm \times AP $F(4,414) = .59, p > .05, \eta_p^2 = .006$ ve cinsiyet \times bölüm \times AP üçlü etkileşimine göre $F(2,414) = .05, p > .05, \eta_p^2 = .000$ farklılaşmamaktadır (Tablo 4). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının OLAY puanlarının ($\bar{X} = 1.42, S.S. = .654, N = 225$), fen bilgisi öğretmeni adaylarının OLAY puanlarından ($\bar{X} = 1.14, S.S. = .67, N = 206$) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Katılımcıların, MDT'nin diğer bir alt boyutu olan İAY'a ait puanlarının analiz sonuçlarına Tablo 5'te değinilmektedir.

Tablo 5. İAY puanlarının çok faktörlü ANOVA sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	.951	1	.951	2.556	.111	.006
Bölüm	1.892	1	1.892	5.084	.025	.012
AP	1.871	4	.468	1.257	.286	.012
Cinsiyet×Bölüm	.073	1	.073	.196	.658	.000
Cinsiyet×AP	.086	3	.029	.077	.973	.001
Bölüm×AP	1.897	4	.474	1.275	.279	.012
Cinsiyet ×Bölüm ×AP	.031	2	.016	.042	.959	.000
Hata	154.047	414	.347			
Toplam	1023.880	431				
Düzeltilmiş Hata	183.276	430				

Katılımcıların İAY puanlarının öğrenim gördükleri programa göre farklılaştığı görülmektedir $F(1,414) = 5.08, p < .05, \eta_p^2 = .012$ (Tablo 5). Fakat, İAY puanlarının cinsiyete $F(1,414) = 2.55, p > .05, \eta_p^2 = .006$, AP'ye $F(4,414) = 1.25, p > .05, \eta_p^2 = .012$, cinsiyet × bölüm $F(1,414) = .19, p > .05, \eta_p^2 = .000$, cinsiyet × AP $F(3,414) = .97, p > .05, \eta_p^2 = .001$, bölüm × AP $F(4,414) = 1.27, p > .05, \eta_p^2 = .012$ ve cinsiyet × bölüm × AP ortak etkileşimine göre $F(2,414) = .04, p > .05, \eta_p^2 = .000$ farklılaşmamaktadır. Elde edilen bölüme dair farklılığın, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının İAY puanlarının ($\bar{X} = 1.61, S.S. = .53, N = 225$), fen bilgisi öğretmeni adaylarının puanlarından ($\bar{X} = 1.16, S.S. = .68, N = 206$) anlamlı seviyede daha yüksek olmasından kaynaklandığı bulunmuştur. Öğretmen adaylarının KAY puanlarına dair analizler Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. KAY Puanlarının Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	1.578	1	1.578	4.546	.034	.011
Bölüm	4.240	1	4.240	12.218	.001	.029
AP	.061	4	.015	.044	.996	.000
Cinsiyet×Bölüm	.208	1	.208	.600	.439	.001
Cinsiyet×AP	.468	3	.156	.449	.718	.003
Bölüm×AP	1.482	4	.370	1.067	.372	.010
Cinsiyet ×Bölüm ×AP	.639	2	.320	.921	.399	.004
Hata	143.681	414	.347			
Toplam	1144.184	431				
Düzeltilmiş Hata	166.989	430				

Öğretmen adaylarının KAY puanlarının cinsiyet $F(1,414) = 4.54, p < .05, \eta_p^2 = .011$ ve bölüme göre $F(1,414) = 12.21, p < .05, \eta_p^2 = .029$ farklılaşırken; AP'ye $F(4,414) = .04, p > .05, \eta_p^2 = .000$, cinsiyet \times bölüm $F(1,414) = .60, p > .05, \eta_p^2 = .001$, cinsiyet \times APF(3,414) = .44, $p > .05, \eta_p^2 = .003$, bölüm \times AP $F(4,414) = 1.06, p > .05, \eta_p^2 = .010$ ve cinsiyet \times bölüm \times AP ortak etkileşimine göre $F(2,414) = .92, p > .05, \eta_p^2 = .004$ farklılaşmadığı görülmektedir (Tablo 6). Erkek öğretmen adaylarının KAY puanlarının ($\bar{X} = 1.62, S.S. = .53, N = 91$), kadın öğretmen adaylarının KAY puanlarından ($\bar{X} = 1.47, S.S. = .64, N = 340$) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının KAY puanlarının ($\bar{X} = 1.69, S.S. = .52, N = 225$), fen bilgisi öğretmeni adaylarının puanlarından ($\bar{X} = 1.29, S.S. = .65, N = 206$) daha yüksek olduğu saptanmıştır. MDT'nin tüm alt boyutlarının toplanmasıyla elde edilen, MDT toplam puanı üzerinden gerçekleştirilen analizlere Tablo 7'de yer verilmiştir.

Tablo 7. MDT Toplam Puanlarının Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	17.976	1	17.976	5.696	.017	.014
Bölüm	45.916	1	45.916	14.550	.000	.034
AP	17.536	4	4.384	1.389	.237	.013
Cinsiyet×Bölüm	.759	1	.759	.241	.624	.001
Cinsiyet×AP	3.568	3	1.189	.377	.770	.003
Bölüm×AP	9.809	4	2.452	.777	.541	.007
Cinsiyet ×Bölüm ×AP	2.145	2	1.073	.340	.712	.002
Hata	1306.510	414	3.156			
Toplam	23218.791	431				
Düzeltilmiş Hata	1716.609	430				

Öğretmen adaylarının MDT Toplam puanlarının, cinsiyete $F(1,414) = 5.69, p < .05, \eta_p^2 = .014$ ve bölüme göre $F(1,414) = 14.55, p < .05, \eta_p^2 = .034$ farklılaşırken; AP'ye $F(4,414) = 1.38, p > .05, \eta_p^2 = .013$, cinsiyet \times bölüm $F(1,414) = .24, p > .05, \eta_p^2 = .001$, cinsiyet \times AP $F(3,414) = .37, p > .05, \eta_p^2 = .003$, bölüm \times APF(4,414) = .77, $p > .05, \eta_p^2 = .007$ ve cinsiyet \times bölüm \times AP ortak etkileşimine göre $F(2,414) = .34, p > .05, \eta_p^2 = .002$ farklılaşmadığı görülmektedir (Tablo 7). Erkek öğretmen adaylarının MDT Toplam puanlarının ($\bar{X} = 7.53, S.S. = 1.67, N = 91$), kadın öğretmen adaylarının toplam puanlarından ($\bar{X} = 6.93, S.S. = 2.05, N = 340$) daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının toplam puanları ($\bar{X} = 7.93, S.S. = 1.62, N = 225$), fen bilgisi öğretmeni adaylarının puanlarından ($\bar{X} = 6.10, S.S. = 1.93, N = 206$) anlamlı seviyede daha yüksek bulunmuştur.

Araştırmanın ikinci problemine yanıt aramak için, UDT (ve alt boyutları üzerinden elde edilen puanlar ışığında) betimsel istatistik ve çok faktörlü varyans analizleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 8’de, UDT’ye dair betimsel istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 8. UDT Ve Alt Boyutlarının Puanlarına Ait Betimsel İstatistik Sonuçları

<i>Alt-beceri</i>	\bar{X}	S.S.
Uzamsal Görselfleştirme (UG)	8.50	3.61
Uzamsal Yönelim (UY)	3.68	1.78
UDT Toplam	12.18	4.53

Tablo 8 incelendiğinde öğretmen adaylarının UG, UY ve UDT Toplam puanlarının düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının en çok zorlandıkları kısmın UY olduğu görülmektedir. Araştırmanın ikinci sorusuna istinaden, ilk olarak UG puanları üzerinden gerçekleştirilen varyans analizi sonuçlarına Tablo 9’da yer verilmiştir.

Tablo 9. UG Puanlarının Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

<i>Kaynak</i>	<i>KT</i>	<i>Sd</i>	<i>KO</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η_p^2
Cinsiyet	19.368	1	19.368	1.623	.203	.004
Bölüm	195.122	1	195.122	16.351	.000	.038
AP	72.758	4	18.189	1.524	.217	.015
Cinsiyet×Bölüm	.246	1	.246	.021	.886	.000
Cinsiyet×AP	6.160	3	2.053	.172	.915	.001
Bölüm×AP	60.252	4	15.063	1.262	.284	.012
Cinsiyet ×Bölüm ×AP	2.111	2	1.056	.088	.915	.000
Hata	4940.320	414	11.933			
Toplam	36790.841	431				
Düzeltilmiş Hata	5631.497	430				

Öğretmen adaylarının UG puanlarının bölüme göre farklılaştığı görülmektedir $F(1,414) = 16.35, p < .05, \eta_p^2 = .038$ (Tablo 9). Fakat, cinsiyete $F(1,414) = 1.62, p > .05, \eta_p^2 = .004$, AP’ye $F(4,414) = 1.52, p > .05, \eta_p^2 = .015$, cinsiyet × bölüm $F(1,414) = .02, p > .05, \eta_p^2 = .000$, cinsiyet × AP $F(3,414) = .17, p > .05, \eta_p^2 = .001$, bölüm × AP $F(4,414) = 1.26, p > .05, \eta_p^2 = .012$ ve cinsiyet × bölüm × AP ortak etkileşimine göre $F(2,414) = .08, p > .05, \eta_p^2 = .000$ farklılaşmadığı gözlemlenmiştir. Ortaya çıkan bölüme göre farklılığın, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının UG puanlarının ($\bar{X} = 9.50, S.S. = 3.81, N = 225$), fen bilgisi öğretmeni adaylarının UG puanlarından ($\bar{X} = 7.40, S.S. = 3.03, N = 206$) daha yüksek olmasından kaynaklandığı görülmüştür. Diğer taraftan, katılımcıların UY puanlarının çok faktörlü analiz sonuçlarına Tablo 10’da yer verilmiştir.

Tablo 10. UY Puanlarının Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	27.898	1	27.898	9.478	.002	.022
Bölüm	.150	1	.150	.051	.822	.000
AP	38.797	4	9.699	3.295	.011	.031
Cinsiyet × Bölüm	.617	1	.617	.210	.647	.001
Cinsiyet × AP	10.878	3	3.626	1.232	.298	.009
Bölüm × AP	12.138	4	3.034	1.031	.391	.010
Cinsiyet × Bölüm × AP	1.580	2	.790	.268	.765	.001
Hata	1218.548	414	2.943			
Toplam	7223.926	431				
Düzeltilmiş Hata	1364.398	430				

Tablo 10'a göre, UY puanlarının cinsiyete $F(1,414) = 9.47, p < .05, \eta_p^2 = .022$ ve AP'ye $F(4,414) = 3.29, p < .05, \eta_p^2 = .031$ göre farklılaşırken, bölüme $F(1,414) = .05, p < .05, \eta_p^2 = .000$, cinsiyet × bölüm $F(1,414) = .21, p > .05, \eta_p^2 = .001$, cinsiyet×APF(3,414) = 1.23, $p > .05, \eta_p^2 = .001$, bölüm×APF(4,414) = 1.03, $p > .05, \eta_p^2 = .010$ ve cinsiyet × bölüm×AP ortak etkileşimine göre $F(2,414) = .26, p > .05, \eta_p^2 = .000$ farklılaşmadığı görülmektedir. Erkek öğretmen adaylarının ($\bar{X} = 4.51, S.S. = 1.99, N = 91$), kadın öğretmen adaylarından ($\bar{X} = 3.46, S.S. = 1.65, N = 340$) daha başarılı oldukları görülmüştür. Ayrıca, akademik ortalaması 3'ten büyük olanların ($\bar{X} = 3.89, S.S. = 2.19, N = 58$), ortalaması 2.5–2.99 arasında olanlardan ($\bar{X} = 3.37, S.S. = 1.81, N = 124$) daha başarılı olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının UDT toplam puanları üzerinden gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları Tablo 11'de sunulmaktadır.

Tablo 11. UDT Toplam Puanlarının Çok Faktörlü ANOVA Sonuçları

Kaynak	KT	Sd	KO	F	p	η_p^2
Cinsiyet	93.756	1	93.756	5.046	.025	.012
Bölüm	206.090	1	206.090	11.093	.001	.026
AP	187.935	4	46.984	2.529	.040	.024
Cinsiyet × Bölüm	.084	1	.084	.005	.947	.000
Cinsiyet × AP	32.867	3	10.956	.590	.622	.004
Bölüm × AP	61.907	3	15.477	.833	.505	.008
Cinsiyet × Bölüm × AP	1.090	2	.545	.029	.971	.000
Hata	7691.526	414	18.579			
Toplam	72902.755	431				
Düzeltilmiş Hata	8859.521	430				

Öğretmen adaylarının UDT puanlarının üç bağımsız değişkene göre; cinsiyet $F(1,414) = 5.04, p < .05, \eta_p^2 = .012$, bölüme $F(1,414) = 11.09, p < .05, \eta_p^2 = .026$ ve AP'ye göre $F(4,414) = 2.52, p < .05, \eta_p^2 = .024$ farklılaştığı görülmüştür. Buna rağmen, cinsiyet \times bölüm $F(1,414) = .00, p > .05, \eta_p^2 = .000$, cinsiyet \times AP $F(3,414) = .59, p > .05, \eta_p^2 = .004$, bölüm \times AP $F(4,414) = .83, p > .05, \eta_p^2 = .008$ ve cinsiyet \times bölüm \times AP ortak etkileşimine göre $F(2,414) = .02, p > .05, \eta_p^2 = .000$ farklılaşmadığı görülmektedir. Cinsiyete göre farkın kaynağının, erkek öğretmen adaylarının, testin genelinde ($\bar{X} = 13.84, S.S. = 5.03, N = 91$), kadın öğretmen adaylarına ($\bar{X} = 11.74, S.S. = 4.29, N = 340$) göre daha başarılı olmalarından kaynaklandığı görülmüştür. Diğer taraftan, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının ($\bar{X} = 13.31, S.S. = 4.77, N = 225$), fen bilgisi öğretmeni adaylarına ($\bar{X} = 10.96, S.S. = 3.93, N = 206$) göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Akademik ortalaması 3'ten büyük olanların ($\bar{X} = 12.52, S.S. = 5.18, N = 58$), ortalaması 0–1.99 arasında olanlardan ($\bar{X} = 11.75, S.S. = 4.26, N = 81$) daha başarılı olduğu görülmüştür. Araştırmanın üçüncü sorusuna yanıt aramak, diğer bir ifadeyle, MDT ve UDT ve alt boyutlarının ilişkili olup olmadığını belirlemek için Pearson korelasyon katsayısından yararlanılmıştır. Tablo 12'de ilgili sonuçlara değinilmiştir.

Tablo 12. MDT Ve UDT Alt Boyutlarına Dair Korelasyon Analizi Sonuçları

	DKE	ORAY	OLAY	İAY	KAY	MDT	UG	UY	UDT
DKE	1								
ORAY	.173**	1							
OLAY	.163**	.305**	1						
İAY	.250**	.200**	.280**	1					
KAY	.206**	.154**	.177**	.264**	1				
MDT	.611**	.583**	.631**	.653**	.573**	1			
UG	.097*	.145**	.111*	.200**	.156**	.232**	1		
UY	.081*	.008	.044	.040	.016	.064	.336**	1	
UDT	.109*	.118*	.105*	.175**	.131**	.210**	.929**	.660**	1

** .01; * .05 düzeyinde anlamlıdır

Öğretmen adaylarının MDT'ye ait alt beceri puanları, testin diğer alt becerileri ve testin toplam puanı arasında pozitif anlamlı ilişkilere rastlanmıştır (Tablo 12). Diğer taraftan, MDT'nin tüm alt beceri puanları ile UG ve UDT puanları arasında da pozitif ilişkilere rastlanmıştır. Fakat, UY puanı ile ORAY, OLAY, İAY, KAY ve MDT puanları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Dolayısıyla, UY ile ORAY, OLAY, İAY, KAY ve MDT becerilerinin ilişkili olmadığı söylenebilir. Ayrıca, UG ile UY arasında ($r = .336, p < .01$) ve UG ve MDT puanı arasında ($r = .929, p < .01$) pozitif ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu sonuca göre, UG ve UY; UY ve MDT becerilerinin ilişkili olduğu söylenebilir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, ilköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmeni adaylarının mantıksal ve uzamsal düşünme becerileri; cinsiyet, bölüm ve akademik performansın (tek tek ve ortak etkileşimlerinin) bu beceriler üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının mantıksal düşünme düzeylerinin yüksek olduğu ve cinsiyet faktörünün, DKE, ORAY, OLAY ve İAY becerileri üzerinde anlamlı bir etkisi yokken, KAY ve MDT toplam puanları üzerinde etkisi olduğu bulunmuş, erkek öğretmen adaylarının kadın öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Araştırmanın bir kısım bulgularının İncikapı, Tuna ve Biber (2013) ve Tuna, Biber ve İncikapı (2013) tarafından gerçekleştirilen, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının mantıksal düşünme düzeylerini farklı bir ölçme aracı ile inceleyen araştırma sonuçlarıyla çeliştiği görülmektedir. Araştırmacılar, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının mantıksal düşünme düzeylerini düşük seviyede gözlemlerken, istatistiksel olarak cinsiyete göre bir farklılık elde etmemişlerdir. Bu araştırmada ise, ayrı ayrı iki öğretmen adayı grubunun mantıksal düşünme düzeyleri yüksek bulunmuştur. Bu tutarsızlıkların farklı ölçme aracının kullanılmasından kaynaklandığı ya da bu araştırmada ele alınan ölçeğin üniversite öğrencilerinin mantıksal düşünme becerilerini değerlendirmedeki geçerliğinin üzerinde düşünülmesi gereken bir konu olduğu düşünülmektedir. Bu duruma gerekçe olarak, MDT ile sorgulama, değerlendirme ve muhakeme yapma gibi yansıtıcı düşünme becerileri arasında anlamlı ilişkiler gözlemlenmezken (Yenilmez & Turgut, 2016), MDT ile eleştirel düşünme eğilimleri arasında zayıf fakat pozitif ilişki görülmesi (Aksu & Koruklu, 2015) gerekçe olarak gösterilebilir. Diğer taraftan, ortaokul öğrencilerinin MDT puanları üzerinde cinsiyetin, erkeklerin lehine, bir etkisi olduğu (Yenilmez, vd., 2005) bilindiğinden, bu araştırmanın bazı sonuçlarının, alanyazınla örtüştüğü de görülmektedir.

MDT'nin DKE, OLAY, İAY, KAY alt bölümleri ve MDT toplam puanının, öğrenim görülen bölüme göre, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının lehine farklılaştığı görülmüştür. Elde edilen farklılığın iki sebebinin olabileceği düşünülmektedir. Birincisi, öğretmen adaylarının ilköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmenliği programlarına farklı puan türleri ile yerleşmeleridir. İkinci olarak, ilköğretim matematik öğretmenliği programının birinci ve ikinci sınıflarında okutulan soyut matematik, geometri, lineer cebir ve analiz gibi derslerin, öğretmen adaylarının akıl yürütme ve mantıksal düşünme becerilerini geliştirir nitelikte olduğu düşünülmektedir. Bu durumun derinlemesine analiz edilebilmesi için, farklı MDT puanına sahip öğretmen adaylarının, farklı derslerdeki açık uçlu problemlere verdiği yanıtlar kategorik olarak incelenebilir.

Öğretmen adaylarının uzamsal düşünme becerilerinin düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonucun, paralel ölçeklerle gerçekleştirilen araştırma sonuçları ile tutarlılık gösterdiği görülmektedir (Turgut & Yenilmez, 2012; Yurt & Sünbül, 2011). Araştırmada, cinsiyet faktörünün UG puanları üzerinde bir etkisi yokken, UY ve UDT puanları üzerinde bir etkisine rastlanmıştır. Alanyazında bu bulgu ile ilgili tutarsızlıklar olduğu bilinmektedir (Turgut & Yenilmez, 2012; Turgut & Nagy-Kondor,

2013a, 2013b), fakat genel olarak UDT puanının cinsiyete göre farklılaşması önceki araştırma sonuçları ile örtüşmektedir (Yılmaz, 2009). Elde edilen farklılığın kaynağını incelemek için, öğretmen adaylarının kullandıkları stratejilerin (Geiser, Lehmann ve Eid, 2006; Janssen & Geiser, 2010) ya da testin uygulama zaman (Maeda & Yoon, 2013) faktörünün araştırılabilir olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında, öğretmen adaylarının uzamsal öğretimsel işleri çözerken geçtikleri olası bilişsel süreçlerin (Duval, 1998; Gutierrez, 1996) incelenmesinin, elde edilen cinsiyete dair farklılığın açıklanmasında anahtar bir rol alabileceği düşünülmekte olup, sonraki araştırmalarda bu teorik perspektiflerin kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Araştırmadan elde edilen diğer bir sonuç, öğretmen adaylarının UY ve UDT puanlarının öğrenim görülen bölüme göre farklılaşmasıdır. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının UY ve uzamsal düşünme becerilerinin fen bilgisi öğretmeni adaylarına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur ve bu durum alanyazındaki sonuçlarla örtüşmektedir (Dursun, Işıksal ve Çakıroğlu, 2010). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenim süreçlerindeki derslerin uzamsal manipülasyonlarla ilgili daha fazla uygulama içermesi elde edilen bu sonuçla ilgili olabilir (Turgut & Nagy-Kondor, 2013a). Ayrıca, öğretmen adaylarının UY ve UDT puanlarının AP'ye göre farklılaştığı ve sonucun var olan araştırma sonuçları ile tutarlı olduğu görülmüştür (Peters, Chisholm ve Laeng, 1995; Turgut & Yılmaz, 2012).

Araştırma kapsamında mantıksal düşünme becerisi ile uzamsal düşünme becerisi ilişkili bulunmuştur. Bu sonuç, lise öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışma (Kayhan, 2005) sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Fakat, bağımsız değişkenlerden türetilen ortak etkileşimlerin hiç birisinin MDT ve alt beceri ve UDT ve alt beceri puanları üzerinde etkisine rastlanmamıştır. Araştırmada ele alınan değişkenlerle oluşturulacak yeni hipotezlerin, daha geniş çalışma grupları ile araştırılabilir olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

- Akıllı, M. ve Seven, S. (2013). 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıya ve uzamsal canlandırmaya etkisi: atom modelleri. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 12–25.
- Aksu, G. & Koruklu, N. (2015). Determination the effects of vocational high school students' logical and critical thinking skills on mathematics success. *Eurasian Journal of Educational Research*, 59, 181–206.
- Aydın, N. ve Yılmaz, A. (2010). Yapılandırıcı yaklaşımın öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 57–68.
- Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high–school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 47–60.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (14 ed.). Ankara: Pegem Akademi.

- Delialioğlu, Ö. (1996). *Contribution of students' logical thinking ability, mathematical skills and spatial ability to achivement in secondary physics*. Middle East Technical University, Ankara.
- Dursun, Ö., Işıksal, M. ve Çakıroğlu, E. (2010). *İlköğretim öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin cinsiyet ve öğretmenlik programlarına göre incelenmesi*. Paper presented at the IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.
- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. In C. Mammana & V. Villani (Eds.), *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st Century: An ICMI study* (pp. 37–52). Dordrecht: Kluwer.
- Geban, Ö., Askar, P. & Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulations and problem-solving approaches on high school students. *The Journal of Educational Research*, 86(1), 5–10.
- Geiser, C., Lehmann, W. & Eid, M. (2006). Separating “rotators” from “nonrotators” in the mental rotation test: A multigroup latent class analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 41, 261–293.
- Guay, R. B. (1976). *Purdue spatial visualization test*. West Lafayette, IN: Purdue Research Foundation.
- Gutierrez, A. (1996). Visualisation in a 3-dimensional geometry: In search of a framework. In L. Puig & A. Gutierrez (Eds.), *Proceedings of the 20th Conference of the International Group of the Psychology of Mathematics Education* (pp. 3–19). Valencia: Universidad de Valencia.
- İncikapı, L., Tuna, A. & Biber, A. Ç. (2013). An analysis of mathematics teacher candidates' critical thinking dispositions and their logical thinking skills. *Journal of International Education Research*, 9(3), 257–266.
- Janssen, A. B. & Geiser, C. (2010). On the relationship between solution strategies in two mental rotation tasks. *Learning and Individual Differences*, 20, 473–478.
- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability*. Unpublished Master of Science Dissertation, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A. & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31, 549–579.
- Kurtulus, A. (2013). The effects of web-based interactive virtual tours on the development of prospective mathematics teachers' spatial skills. *Computers & Education*, 63, 141–150.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479–1498.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Stenverg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 181–248). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Maeda, Y. & Yoon, S. Y. (2013). A meta-analysis on gender differences in mental rotation ability measured by the Purdue spatial visualization tests: Visualization of rotations (PSVT:R). *Educational Psychology Review*, 25, 69–94.
- Maier, P. H. (1998). *Spatial geometry and spatial ability-how to make solid geometry solid?* Paper presented at the Selected Papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics 1996.

- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889–918.
- Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, Online: <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/sinanolkun.pdf>.
- Peters, M., Chisholm, P. & Laeng, B. (1995). Spatial ability, student gender, and academic performance. *Journal of Engineering Education*, 84, 69–73.
- Şaşmaz Ören, F. ve Tezcan, R. (2009). İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersinde öğrenme halkası yaklaşımının, öğrencilerin başarı ve mantıksal düşünme yeteneklerine etkisi *Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 42–446.
- Sökmen, N. ve Bayram, H. (1999). Lise 1. sınıf öğrencilerinin temel kimya kavramlarını anlama düzeyleriyle mantıksal düşünme yetenekleri arasındaki ilişki. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16-17, 89–94.
- Tobin, K. G. & Capie, W. (1981). The Development and Validation of a Group Test of Logical Thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413–423.
- Tuna, A., Biber, A. Ç. & İncikapı, L. (2013). An analysis of mathematics teacher candidates' logical thinking levels: case of Turkey. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 3(1), 83–91.
- Turgut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. Unpublished Master of Science Dissertation, Dokuz Eylül University, Institute of Educational Sciences, Izmir, Turkey.
- Turgut, M. (2015a). Development of the spatial ability self-report scale (SASRS): reliability and validity studies. *Quality & Quantity: The International Journal of Methodology*, 49(5), 1997–2014.
- Turgut, M. (2015b). Individual differences in the mental rotation skills of Turkish prospective teachers. *Issues in the Undergraduate Mathematics of School Teachers: The Journal (Volume 5: Teacher Attributes)*, March, 1–12.
- Turgut, M. & Uygan, C. (2014). Spatial ability training for undergraduate mathematics education students: Designing tasks with SketchUp. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 8(1), 53–65.
- Turgut, M. & Nagy-Kondor, R. (2013a). Spatial visualization skills of Hungarian and Turkish prospective mathematics teachers. *International Journal for Studies in Mathematics Education*, 6(1), 168–183.
- Turgut, M. & Nagy-Kondor, R. (2013b). Comparison of Hungarian and Turkish prospective mathematics teachers' mental cutting performances. *Acta Didactica Universitatis Comenianae Mathematics (ADUC-M)*, 13, 47–58.
- Turgut, M. & Yenilmez, K. (2012). Matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 243–252.
- 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.

- Uygan, C. (2011). Katı cisimlerin öğretiminde Google SketchUp ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi. Unpublished Master of Science Dissertation, Eskisehir Osmangazi University, Institute of Educational Sciences, Eskisehir, Turkey.
- Uygan, C. & Turgut, M. (2012, 27-30 Haziran 2012). *Ulusal merkezi sınavlarda uzamsal yeteneğin kullanımını içeren matematik soruların incelenmesi*. Paper presented at the X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.
- Wolbers, T. & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 138–146.
- Yenilmez, A., Sungur, S. & Tekkaya, C. (2005). Investigating students' logical thinking abilities: the effects of gender and grade level. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 219–225.
- Yenilmez, K. & Turgut, M. (2016). Relationship between prospective middle school mathematics teachers' logical and reflective thinking skills. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 6(4), 15–20.
- Yılmaz, H. B. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 83–96.
- Yurt, E. ve Sünbül, A. M. (2011). *Eğitim fakültesi öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi (Selçuk Üniversitesi A. K. Eğitim Fakültesi örneği)*. Paper presented at the 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya, Türkiye.

Extended Abstract

Purpose: In the existing literature, there are several keywords associated with spatial ability. However, roughly speaking, spatial thinking can be defined as a combination of certain sub-skills such that making transformation between different type 2D and 3D representations, rotating figures or rigid bodies mentally, and imagining shapes, figures or rigid bodies from different perspectives. One major classification for spatial skills is dissociation of *spatial visualization* and *spatial orientation*. Spatial visualization is an ability to visualize closure of surfaces or vice-versa (and similar) applications. It also includes process of rotating 2D and 3D stimulus and complex manipulations. However, spatial orientation is something different to visualize figures from different viewpoints where the observer moves to a reference point. Logical thinking can be defined as a combination of *analysing* and *relating* the situation, and *proportional reasoning* skills. One of the main purposes of the school curriculums can be considered as developing students' logical and spatial thinking skills. These skills are important for one living in three-dimensional world, on the one hand for comprehending environment, i.e., thinking spatially; on the other hand for making reasoning on daily-life facts, i.e., thinking and reasoning on probabilistic facts.

Aforementioned definition of logical thinking brings us to speak about spatial thinking, which hypothetically could support abilities of analysing and relating. Within this lens, the aim of this paper focuses those important skills, and investigates prospective teachers' level of logical and spatial

thinking skills and effects of gender, enrolled department and academic performance on such skills in a multiple way by the following three research questions: (i) What is the level of prospective teachers' logical thinking ability? And their logical thinking skills differ according to gender, department, academic performance and such variables' interactions? (ii) What is the level of prospective teachers' spatial visualization and spatial orientation skills? And such skills differ according to gender, department, academic performance and such variables' interactions? (iii) What is the relationship among prospective teachers' logical thinking skills and spatial thinking skills?

Methodology: Along this direction, 431 prospective (sophomore and junior level) middle school mathematics and science teachers enrolled to educational faculty of a government university located in western Turkey. The participants were between 18 and 25 years old. There were 206 prospective science teachers (170 females and 36 males), where there were 225 prospective middle school mathematics teachers (170 females and 55 males). The data were collected through Logical Thinking Ability Test (LTAT) and Spatial Ability Test (SAT). LTAT includes 10 tasks with five different reasoning skills: controlling variables (CV) (1. and 2. items), proportional reasoning (PR) (3. and 4. items), probabilistic thinking (PT) (5. and 6. items), correlational thinking (CRT) (7. and 8. items), and combinatorial thinking (COT) (9. and 10. items). SAT includes three sub sections and each section has 12 tasks with 5 choices. In the first section, it is requested from the subject to visualize closure of the surface of a given figure. Another words, it measures spatial visualization (SVA) skills, where the second section measures ability of mental rotation of 3D figures. The third section includes tasks where the subject should visualize given object's view from a different perspective. Consequently, this part of the test measures spatial orientation (SOA) of the participants. For each part of the test, participants received explanations and had 8 minutes. The data were collected by the authors in the 2014–2015 year's fall term through three weeks. For the data analysis, prospective teachers' (each part of) LTAT and SAT scores calculated and underwent a three way between–subjects analysis of variance, 2 (gender) \times 2 (department) \times 5 (academic performance). Academic performance was categorized into five considering participants' GPA scores.

Results: According to obtained results, prospective teachers' logical thinking skills were high considering the maximum point 10 of the LTAT. There was significant effect of department on CV scores, while gender, academic performance, and interactions of all independent variables failed to reach significance. Besides, the significant effects of department appeared on the PT, CRT, COT and overall points of the LTAT. There was also significant effect of gender on COT and overall points of the LTAT. These results revealed that, in a majority of sub–skills of LTAT and LTAT itself, prospective middle school mathematics teacher outperformed prospective science teachers. And the obtained gender differences in above results were in favour of males. Spatial thinking part of the research indicated that, prospective teachers' spatial skills were low. Similar to LTAT performance, there was a significant effect of department on prospective teachers' SVA and SAT scores. The effect

of gender appeared on SOA, but not on SVA or SAT scores. There was a significant effect of academic performance on SOA and SAT scores, but not on SVA score. All interactions on the SVA, SOA and SAT scores failed to reach significance. Moreover, all sub-skills of LTAT positively correlated to SVA and SAT. However, there was no significant relationship between PR, PT, CRT, COT and LTAT scores and SOA.

Conclusion and Discussion: This research focused on prospective middle school mathematics and science teachers' logical and spatial thinking skills. In the existing literature, the researchers reported that prospective middle school mathematics teachers' logical thinking ability was level, but in such researches a different measure was used. Consequently, our results on LTAT were inconsistent with the previous research results. This could be due to used (LTAT) measure. A further research is needed to evaluate the validity of LTAT for undergraduate level students. Second main result of the study was prospective teachers' logical thinking ability statistically differed with respect to department, in particular, in favour of middle school mathematics teachers. This could have two different reasons: the first, prospective teachers assigned to different departments because they had different type scores from central examinations of Turkey. The second could be because middle school mathematics teachers received more courses in relation to logical thinking, such that, discrete mathematics, linear algebra and (Euclidean, classical) geometry. Another result was that prospective teachers' spatial thinking level was low. This result was consistent with previous research results conducted with different spatial tests. Prospective teachers' SOA and SAT scores differed with respect to gender, while did not differ for SVA, which was partially consistent with research findings. Because, all interactions of the independent variables on LTAT and SAT scores failed to reach significance, further researches are needed to understand variables effecting logical and spatial thinking.