

GEOMETRİK-MEKANİK ZEKÂ OYUNLARININ ÖĞRETMEN ADAYLARININ GEOMETRİK DÜŞÜNME DÜZEYLERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF GEOMETRIC-MECHANICAL INTELLIGENCE GAMES ON THE TEACHER CANDIDATES' GEOMETRIC THINKING LEVELS

Neşe DOKUMACI SÜTÇÜ¹

Öz

Bu araştırmada, geometrik-mekanik zekâ oyunlarının öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma tek grup ön test-son test deneysel desene göre tasarlanmış olup, iki deney grubu ile yürütülmüştür. Çalışma grubu, 2017–2018 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 54 ilköğretim matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Deney-I grubunda somut materyallerle geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinlikleri; deney-II grubunda bilgisayar ortamında geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak, Usiskin (1982) tarafından geliştirilen, Duatepe (2000) tarafından Türkçe'ye uyarlanan “van Hiele Geometrik Düşünme Testi” kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistik, Wilcoxon İşaretili Sıralar testi ve Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, hem somut materyallerle hem de bilgisayar ortamında gerçekleştirilen etkinliklerin öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini anlamlı düzeyde arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, somut materyallerle gerçekleştirilen etkinliklerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilen etkinliklere göre öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini daha fazla geliştirmesine rağmen aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geometri, Geometrik düşünme düzeyi, Geometrik-mekanik zekâ oyunları, Matematik öğretmen adayları.

Abstract

In this research, it was aimed to determine the effect of geometric-mechanical intelligence games on the development of teacher candidates' geometric thinking levels. The research was designed according to the one-group pretest-posttest experimental design and was conducted with two experimental groups. The study group consisted of 54 primary school mathematics teacher candidates studying in a public university in the 2017-2018 academic year. In the experiment-I group, geometric-mechanical intelligence games were performed with concrete materials; in the experiment-II group, geometric-mechanical intelligence games were performed in computer environment. In the research, the “van Hiele Geometric Thinking Test” which was developed by Usiskin (1982) and adapted to Turkish by Duatepe (2000) was used as data collection tool. Descriptive statistics, Wilcoxon Signed Rank test and Mann Whitney U testi were used to analyze obtained data. According to the findings of the research, it was determined that the activities of both performed with concrete materials and in the computer environment significantly increased the geometric thinking levels of the teacher candidates. However, it was determined that the effects of the activities performed with concrete materials on geometric thinking levels of the teacher candidates increased more than the activities performed in the computer environment, but the difference between them was not statistically significant.

Keywords: Geometry, Geometric thinking levels, Geometric-mechanical intelligence games, Mathematics teacher candidates.

¹ Arş. Gör. Dr. Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ndokumaci@dicle.edu.tr

1. GİRİŞ

Matematiğin önemli dallarından birisi geometridir. Geometri, geometrik şekil ve yapılar ile bunların karakteristik özelliklerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini içerir (Çelebi-Akkaya, 2006). Geometri, öğrencilerin içinde yaşadıkları dünyayla ilgili kimi gerçekleri anlamaları için gereklidir. Geometrik düşünce, sadece matematik dersiyle değil tüm derslerle ilişkilidir ve öğrencilerin birçok bilişsel özelliğinin gelişmesinde önemli rol oynar. Öğrencilere analiz, karşılaştırma, genelleme yapma gibi temel beceriler; inceleme, araştırma, eleştirme, yaratıcı düşünme, öğrendiklerini şema biçiminde ortaya koyma, düzenli, dikkatli ve sabırlı olma, düşüncelerini açık ve seçik ifade etme gibi bilişsel beceriler kazandırmaktadır (Baykul, 1999). Geometri her ne kadar matematiğin diğer dallarına göre daha somut bir yapıya sahip olsa da, geometrik kavramların oluşturulması ve soru çözümleri esnasında kullanılan cebirsel ifadeler onun soyut yapısını ortaya koymaktadır. Somut yapının varlığı, geometrik kavramların tanınmasında bilişsel açıdan olumlu bir etki yaratmakla birlikte, bu durum geometrinin, diğer matematik dallarına göre, daha kolay öğrenilebileceği anlamına gelmemektedir (Altaylı, Konyalıoğlu, Hızarcı ve Kaplan, 2014). Geometri günlük yaşamda, matematikte, mühendislikte olduğu gibi diğer bilim dallarında da önemli bir yere sahiptir (Aksu, 2005). Buna rağmen çoğu zaman öğrenciler tarafından “zor” kabul edilir ve öğretiminde genellikle güçlük çekilir. Geometrinin zorluğu yapısından olduğu kadar ona karşı geliştirilen önyargı ve korkudan da kaynaklanmaktadır (Çelebi-Akkaya, 2006).

Türkiye’de farklı eğitim kademelerindeki öğrencilerin geometriye ilişkin bilgi, beceri ve düşünme düzeyleri incelendiğinde bu düzeyin düşük olduğu ve öğrencilerin geometriyle ilgili yeterli kavramsal bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir (Çelebi-Akkaya, 2006). Nitekim yapılan uluslararası araştırmalarda da, Türkiye’nin geometri başarısının hem diğer ülkelere hem de diğer konu alanlarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Toluk, Olkun ve Durmuş, 2002).

Hiele ve Hiele (1957) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin geometri dersinde zorlanmalarının en önemli nedenlerinden birini, geometri öğretimi sırasında öğrencilerin buldukları geometrik düşünme düzeylerinin dikkate alınmaması olarak belirtmişler ve öğrencinin bulunduğu düşünme seviyesine göre geometri öğretimi yapılmasını savunan “van Hiele Geometrik Düşünme Modelini” geliştirmişlerdir (Akt: Usiskin, 1982). Bu modele göre, geometrik düşünmenin gelişimi hiyerarşik yapıya sahip beş düzeyden geçmektedir. Bu düzeyler; görsel dönem, analiz, formal olmayan sonuç çıkarma, tümdengelim, ilişkileri görebilme düzeyleridir. İlk düzey olan görsel düzeyde; öğrenciler şekilleri benzerliklerine göre sınıflandırabilirler. Analitik düzeyde; çocuklar bir sınıftaki şekillerin herbirinin özelliklerini birlikte düşünürler ve şeklin özelliklerini ait olduğu sınıfa genelleyebilirler. Formal olmayan sonuç çıkarma düzeyinde; öğrenciler geometrik şekillerin özelliklerini kavrayabilirler. Tümdengelim düzeyinde; geometrik şekillerin özellikleriyle ilgili soyut ilişkiler kurabilirler, sezgiden öteye akıl yürütmeye dayalı sonuç çıkarabilirler. Son düzey olan ilişkileri görebilme düzeyinde ise öğrenciler geometrideki farklı aksiyomatik sistemleri karşılaştırabilirler (Baykul, 2014).

Geometrik düşünme modeli, öğrencilerdeki geometrik düşünmenin gelişimini açıklamakla birlikte, geometri öğretimine ve geometriyle ilgili sınıf içi uygulamalara önemli katkılar sağlamaktadır. Bu model, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin gelişiminde, sınıf içi uygulamaları düzenleyecek ve organize edecek olan öğretmenin önemini vurgulamıştır. Bu noktada, öğrencilere verilecek eğitimin niteliği ve öğretim etkinliklerinde öğretmen tarafından kullanılacak dil, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerindeki ve üst düzey düşünme becerilerindeki gelişim için oldukça önemlidir (Van de Walle, 2004; Akt: Erdoğan, Akkaya, Çelebi Akkaya, 2009). Geometri öğretiminin iyileştirilebilmesi için, özellikle sınıf ve

matematik öğretmenlerinin hem bu konuda yeterince deneyimi ve bilgisi olmalı; hem de öğreteceği sınıf düzeyinin en az bir ya da iki düzey ilerisinde olacak şekilde geometri alan bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Dolayısıyla, sınıf ve matematik öğretmeni adaylarının da yeterli düzeyde alan bilgisine ve deneyime sahip olması için bu yönde bir eğitim almaları gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Toluk vd., 2002).

Literatürde sınıf ve matematik öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin geliştirilmesine yönelik yapılmış araştırmalar mevcuttur. Örneğin Halat (2008) tarafından yapılan bir araştırmada webquest-temelli matematik öğretiminin etkinlik-temelli matematik öğretimine göre sınıf öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda webquest-temelli matematik öğretimi, etkinlik temelli matematik öğretimine göre, sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin gelişmesine daha fazla katkı sağlamasına rağmen, deney ve kontrol grubunun geometrik düşünme düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bal (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, oluşturmacı yaklaşıma dayalı geometri eğitiminin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin van Hiele geometrik düşünme düzeylerine olan etkisi incelenmiş, araştırmanın sonucunda deney ile kontrol grubunun van Hiele geometri düşünme düzeyleri arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Toluk ve diğ. (2002) yaptıkları bir araştırmada, problem merkezli ve görsel modellerle destekli geometri öğretiminin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine etkisi incelenmiş; problem merkezli ve görsel modellerle destekli eğitim alan deney gruplarının geometrik düşünme düzeylerinde anlamlı bir gelişme görülmüş fakat geleneksel yöntemlere göre eğitim alan kontrol grubunda böyle bir gelişme gözlenememiştir. Turgut ve Yılmaz (2010) tarafından yapılan başka bir araştırmada teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin matematik öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine etkisi incelenmiş; deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Bu araştırmada ise öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini geliştirmek amacıyla geometrik-mekanik zekâ oyunlarından yararlanılıp yararlanılamayacağına odaklanılmıştır.

Geometrik-mekanik zekâ oyunları, tek kişilik, karşılıklı ya da takım şeklinde oynanabilmektedir. Bu oyunlar oynanırken, geometrik düşünme yöntemlerinden, uzamsal düşünme becerilerinden, el-göz koordinasyonundan ve motor becerilerinden faydalanılmaktadır. Oyunların çoğunda önceden oluşturulmuş oyun gereçleri kullanılabildiği gibi dijital ortamlardan da faydalanılabilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2013). Bu araştırmada; geometrik-mekanik zekâ oyunları kapsamında yer alan, yetişkinlerin seviyelerine uygun Katamino, Q.bitz Extreme, Architecto oyunlarından yararlanılarak görevler somut materyallerle ve bilgisayar ortamı (sanal ortam) olmak üzere iki farklı fiziksel formda sunulmuş ve her iki fiziksel formda sunulan geometrik-mekanik zekâ oyunlarının öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine bir katkıda bulunup bulunmadığı incelenmiştir. Somut manipülatifler, fiziksel olarak dokunulabilen, tutulan ve yeniden düzenlenebilen manipülatiflerdir. Sanal manipülatifler ise, yalnızca ekranda manipüle edilebilen ve taşınabilen, somut manipülatiflerin bilgisayar temsilcisidir (Spencer, 2008). Literatürde iki farklı fiziksel formda sunulan geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinlikleri ile öğretmen adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeyleri birlikteliğini kuran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle “Somut materyallerle ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinlikleri öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini etkiler mi?” sorusuna cevap olması beklenen bu araştırmanın alanyazına katkı sunacağını söylemek mümkündür.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalarda deneysel desenler kullanılmaktadır (Çepni, 2014). Bu çalışmada deneysel desenlerden biri olan tek grup öntest-sontest deseni tercih edilmiştir.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2017–2018 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim gören toplam 54 öğretmen adayından oluşmaktadır. Deney grupları mevcut olan iki sınıf arasından rastgele seçilmiş olup, deney-I grubu 26, deney-II grubu 28 öğretmen adayından oluşmaktadır. Deney-I grubunda, somut materyallerle geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinlikleri; deney-II grubunda ise bilgisayar ortamında geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinlikleri gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada geometrik-mekanik zekâ oyunları kapsamında yer alan, yetişkinlerin seviyelerine uygun Katamino, Q.bitz Extreme, Architecto oyunlarından yararlanılmıştır. Bu oyunların seçilme nedeni, geometrik-mekanik zekâ oyunları kategorisine girmesi ve geometrik düşünme yöntemlerinin kullanımını gerektirmesidir.

Araştırmada, deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testine ilişkin ön test puanlarının denk olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle gruplardaki öğretmen adaylarının ön test puanlarının normal dağılım özelliği gösterip göstermedikleri Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş ve sonuçlara Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1. Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Testi Ön Test Puanlarına ilişkin Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

Gruplar	Shapiro-Wilk Testi		
	İstatistik	sd	p
Deney-I	.694	26	.000
Deney-II	.729	28	.000

Tablo 1’e göre, deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testine ilişkin ön test puanlarının normal dağılım özelliği göstermedikleri ortaya çıkmıştır ($p < .05$). Bu nedenle, deney gruplarındaki öğretmen adaylarının ön test puanlarının karşılaştırılmasında Mann Whitney U kullanılmış ve sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Testi Ön Test Puanlarına ilişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney-I	26	3.27	27.27	709.00	358.000	.913
Deney-II	28	3.36	27.71	776.00		

Tablo 2 incelendiğinde; deney gruplarının geometrik düşünme testine ilişkin ön testten aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır

[$U=358.000$, $p>.05$]. Bu bulgu, uygulamalar öncesinde deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin birbirlerine denk olduğunu göstermektedir.

2.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak Usiskin (1982) tarafından geliştirilen, Türkçe'ye uyarlama çalışmaları Duatepe (2000) tarafından yapılan "van Hiele Geometrik Düşünme Testi" kullanılmıştır. Testte her bir düşünme düzeyine ait beş soru olmak üzere toplam 25 soru yer almaktadır. Bu araştırmada, bir öğrenciye belli bir düzeyin atanabilmesi için öğrencinin beş sorudan en az dördünü doğru yapmış olması şartı aranmıştır. Bununla birlikte geometrik düşünme düzeylerinin hiyerarşik yapısından dolayı öğretmen adaylarının herhangi bir düzeye atanabilmesi için önceki bütün düzeylerin başarıyla geçilmiş olması kuralına bağlı kalmıştır (Usiskin, 1982).

Bu araştırmada geometrik düşünme testinin puanlaması Usiskin (1982)'in belirttiği şekilde yapılmıştır. Öğretmen adaylarına 1-5 arasındaki sorulardan en az 4'ü doğru cevaplanmış ise 1 puan, 6-10 arasındaki sorulardan en az 4'ü doğru cevaplanmışsa 2 puan, 11-15 arasındaki sorulardan en az 4'ü doğru cevaplanmışsa 4 puan, 16-20 arasındaki sorulardan en az 4'ü doğru cevaplanmışsa 8 puan ve 21-25 arasındaki soruların en az 4'ü doğru cevaplanmışsa 16 puan verilmiştir.

2.4. Bilgisayar Ortamında Oyunların Geliştirilmesi

Somut materyal olarak, Katamino, Q.bitz Extreme, Architecto oyunları, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü desteği ile satın alınmıştır. Bilgisayar ortamındaki Katamino, Q.bitz Extreme ve Architecto oyunları piyasada var olan oyunların aynısı olacak şekilde, araştırmacı ve bilgisayar mühendisinin işbirliği ile geliştirilmiştir. Oyunların geliştirilmesi için Blender, Paint.Net, Unity 3d 5.3.1f1 versiyonu, C# ve Microsoft Visual Studio programları kullanılmıştır.

2.5. Uygulama Süreci

Uygulama, haftada ikişer saat olmak üzere toplam dokuz hafta sürmüştür. Uygulama öncesinde, deney gruplarına geometrik düşünme testi ön test olarak uygulanmıştır. Deney-I ve deney-II gruplarına her oyun için üçer hafta olmak üzere Katamino, Q.bitz Extreme, Architecto oyunları uygulanmıştır. Oyunlardaki görevler; oyunların kuralları da dikkate alınarak başlangıç düzeyi, orta düzey ve ileri düzey olarak sunulmuştur. Deneysel çalışma sürecinde gerçekleştirilen uygulamalar, deney-I ve deney-II grubu için aynıdır. Aralarındaki tek fark, deney-I grubuna verilen görevler somut materyallerle, deney-II grubuna verilen görevler ise bilgisayar ortamında sunulmasıdır. Dokuz haftalık uygulama sonrasında, deney gruplarına geometri düşünme testi son test olarak uygulanmıştır.

2.6. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde SPSS programı kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi olarak .05 değeri alınmıştır. Deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testinden aldıkları puan ortalamaları belirlenirken betimsel istatistikler kullanılmıştır.

Deney gruplarının kendi içlerindeki ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında ilişkili örneklem için *t*-testi kullanabilmek için öncelikle öğretmen adaylarının son test ve ön test puanlarının aralarındaki farkların oluşturduğu veri setinin normal dağılım özelliği göstermesi gerekmektedir (Büyüköztürk, 2011). Deneysel işlemlerin etkisini test etmek amacıyla kullanılacak analizlerden biri öğrencilerin son test ve ön test puanları arasındaki fark (kazanç-erişi) puanları üzerinden yapılan ilişkisiz örneklem için *t*-testi'dir

(Büyüköztürk, 2014). Bunun için de öncelikle öğretmen adaylarının son test ve ön test puanlarının aralarındaki farkların oluşturduğu veri setinin normal dağılım özelliği göstermesi gerekmektedir. Gruplardaki öğrenci sayısı 50'den küçük olduğu için, elde edilen fark puanlarının normal dağılım özelliği gösterip göstermediğini test etmek için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2011).

Deney gruplarının kendi içlerindeki ön test ve son test puanlarının, daha sonra grupların birbirleri arasındaki fark puanlarının karşılaştırılması amacıyla gruplardaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testine ilişkin fark puanlarının normal dağılım özelliği gösterip göstermedikleri Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş ve test sonuçlarına Tablo 3'te yer verilmiştir.

Tablo 3. Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Testi Fark Puanlarına İlişkin Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

Gruplar	Shapiro-Wilk Testi		
	İstatistik	sd	p.
Deney-I	.519	26	.000
Deney-II	.506	28	.000

Tablo 3'te görüldüğü üzere, deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testine ilişkin fark puanlarının normal dağılım özelliği göstermedikleri tespit edilmiştir ($p < .05$). Deney gruplarındaki öğretmen adaylarının fark puanları normal dağılım özelliği göstermediği için grupların kendi içlerindeki ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar testi; grupların fark puanlarının karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testinden aldıkları puan ortalamaları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Testinden Aldıkları Puan Ortalamaları

Gruplar	Ön test	Son test	Fark
Deney-I	3.27	3.92	0.65
Deney-II	3.36	3.86	0.50

Tablo 4'e göre, deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testinden aldıkları ön test ve son test puan ortalamalarının deney-I grubu için sırasıyla 3.27 ile 3.92; deney-II grubu için sırasıyla 3.36 ile 3.86 olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre, deney gruplarındaki öğretmen adaylarının son test puanlarında artış olduğu ancak bu artışın deney-I gruplarındaki öğretmen adaylarında daha yüksek olduğu söylenebilir.

Deney gruplarındaki öğretmen adaylarının ön test ve son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

	Son test-Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Deney-I	Negatif Sıralar	1	2.00	2.00	-2.047*	.041
	Pozitif Sıralar	6	4.33	26.00		
	Fark olmayan	19				
Deney-II	Negatif Sıralar	0	.00	.00	-2.220*	.026
	Pozitif Sıralar	6	3.50	21.00		
	Fark olmayan	22				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 5, deney-I grubundaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir [$z=-2.047, p<.05$]. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre, somut materyallerle gerçekleştirilen geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinliklerinin deney-I grubundaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini anlamlı düzeyde arttırdığı söylenebilir. Yine Tablo 5'e göre, deney-II grubundaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir [$z=-2.220, p<.05$]. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre; bilgisayar ortamında gerçekleştirilen geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinliklerinin deney-II grubundaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini anlamlı düzeyde arttırdığı söylenebilir.

Deney gruplarındaki öğretmen adaylarının fark puanlarına ilişkin Mann Whitney U testi sonuçlarına ise Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6. Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Geometrik Düşünme Testi Fark Puanlarına İlişkin Mann Whitney U testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney-I	26	0.65	27.35	711.00	360.000	.926
Deney-II	28	0.50	27.64	774.00		

Tablo 6 incelendiğinde, deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme testi fark puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır [$U=360.000, p<.05$]. Bu bulgu, uygulamalar sonrasında deney gruplarındaki öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerindeki gelişmeler arasında anlamlı düzeyde bir farkın olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada; geometrik-mekanik zekâ oyunları somut materyallerle ve bilgisayar ortamı olmak üzere iki farklı fiziksel formda sunulmuş ve her iki fiziksel formda sunulan geometrik-mekanik zekâ oyunlarının öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine bir katkıda bulunup bulunmadığı incelenmeye çalışılmıştır.

Araştırmada, hem somut materyallerle geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney-I grubu hem de bilgisayar ortamında geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney-II grubu için geometrik düşünme testi ön test ve son test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre, hem somut materyallerle hem de bilgisayar ortamında gerçekleştirilen etkinliklerin öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini arttırdığı söylenebilir. Siew

ve Abdullah'ın (2012) yapmış oldukları araştırmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırmada van Hiele'nin geometrik düşünme modeli dikkate alınarak geometrik-mekanik oyunlardan biri olan tangram oyunu sınıf içi etkinliklerde kullanılmış ve etkinliklerin öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, geometri öğretiminde tangram etkinlikleri yapılan öğrencilerin büyük çoğunluğunun van Hiele geometrik düşünme testinden yüksek puan aldıkları gözlenmiştir. Ayrıca öğrenciler, etkinliklerin geometriye yönelik ilgilerini ve geometriyi öğrenmedeki güven ve yaratıcılıklarını artırdığını ifade etmişler ve öğrencilerin çoğunluğu tangram etkinliklerinin geometrik kavramları anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Van Hiele (1999) göre, geometri oyunla başlamaktadır. Geometride zengin ve uyarıcı talimatlar tangram, yapboz, bloklar gibi geometrik-mekanik oyun aktiviteleri ile sağlanabilir. MEB'e (2013) göre de geometrik-mekanik zekâ oyunları oynarken, öğrenciler geometrik düşünme yöntemlerinden, uzamsal düşünme becerilerinden, el göz koordinasyonundan ve motor becerilerinden faydalanmaktadırlar. Bununla birlikte geometrik-mekanik zekâ oyunlarının, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği (Yüksel vd., 2017), geometriye yönelik tutumları olumlu yönde etkilediği (Spencer, 2008), derinlemesine öğrenme yaklaşımları kazanmasında etkili olduğu (Aral, Gürsoy ve Can-Yaşar, 2012), öğrenciler arasında yardımlaşmayı sağladığı ve öğrencilerin problem çözmeye yönelik inançlarını artırdığı, öğrencilerin uzaydaki şekilleri anlama ve zihinsel döndürme yeteneklerinin gelişmesine katkı sunduğu (Lin, Shao, Wong, Li ve Niramitranon, 2011), öğrencilerin uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler becerilerini ve uzamsal yetenek öz değerlendirme düzeylerini artırdığı (Dokumacı Sütçü, 2017) bilinmektedir. Yine araştırmada deney gruplarındaki öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasında fark puanları karşılaştırıldığında, somut materyallerle gerçekleştirilen etkinliklerinin bilgisayar ortamında gerçekleştirilen etkinliklere göre öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine daha fazla katkı sağlamasına rağmen aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ortaya çıkmıştır. Başka bir ifadeyle, bilgisayar ortamında ve somut materyallerle etkinliklerin gerçekleştirildiği grupların geometrik düşünme düzeylerindeki gelişmeler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı söylenebilir. Araştırmada ulaşılan bu bulgu Durmuş ve Karakirik'in (2006) sanal ve somut manipülatifler hakkındaki görüşü ile uyumludur. Durmuş ve Karakirik'e (2006) göre; sanal manipülatifler somut manipülatiflerin fiili modelleri oldukları için sanal manipülatifler de somut manipülatifler kadar çok angajman sağlayabilmektedir. Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini geliştirmede somut materyallerle ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen etkinlikler arasındaki anlamlı düzeyde bir farklılık olmaması, hem somut materyallerle hem bilgisayar ortamında gerçekleştirilen etkinliklerin birbirlerinin yerine kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerini geliştirmeye yönelik olarak hem somut materyallerle hem bilgisayar ortamında gerçekleştirilen geometrik-mekanik zekâ oyunları etkinliklerine yer verilmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Aksu, H. H. (2005). *İlköğretimde aktif öğrenme modeli ile geometri öğretiminin başarıya, kalıcılığa, tutuma ve geometrik düşünme düzeyine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Altaylı, D., Konyalıoğlu, A., Hızarcı, S. ve Kaplan, A. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyutlu cisimlere ilişkin pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 10, 4-24.
- Aral, N., Gürsoy, F., ve Can-Yaşar, M. (2012). İlköğretim beşinci sınıf çocuklarının öğrenmelerinde yapboz eğitim materyalleri ile yapılan uygulamanın etkisinin incelenmesi. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 157-169.

- Bal, A. P. (2011). Oluşturmacı öğrenme ortamının sınıf öğretmenliği öğrencilerinin temel matematik dersinde akademik başarı ve Van Hiele geometri düşünme düzeyine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 1(3), 47-57.
- Baykul, Y. (1999). *İlköğretim birinci kademe matematik öğretimi*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *DeneySEL desenler öntest-sontest kontrol grubu desen ve veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çelebi Akkaya, S. (2006). *Van Hiele düzeylerine göre hazırlanan etkinliklerin ilköğretim 6.sınıf öğrencilerinin tutumuna ve başarısına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Çepni, S. (2014). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Dokumacı Sütçü, N. (2017). *Zekâ oyunlarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve uzamsal yetenek öz-değerlendirmelerine etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Duatepe, A. (2000). *An investigation of the relationship between van Hiele geometric level of thinking and demographic variable for pre-service elementary school teacher*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Durmuş, S. ve Karakirik, E. (2006). Virtual manipulatives in mathematics education: A theoretical framework. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 1-7.
- Erdoğan, T., Akkaya, R. ve Çelebi Akkaya, S. (2009). Van Hiele modeline dayalı öğretim sürecinin ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme düzeylerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 9(1), 161-194.
- Halat, E. (2008). Webquest-temelli matematik öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 115-30.
- Lin, C., Shao, Y., Wong, L., Li, Y. ve Niramitranon, J. (2011). The impact of using synchronous collaborative virtual tangram in children's geometric. *The Turkish Online Journal of Educational Tecnology*, 10(2), 250-258.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu zekâ oyunları dersi (5, 6, 7, 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- Siew, N. ve Abdullah, S. (2012). Learning geometry in a large-enrollment class: Do tangram shelp in developing students' geometric thinking? *British Journal of Education, Society & Behavioural Science*, 2(3), 239-259
- Spencer, K. T. (2008). *Preservice elementary teachers' two-dimensional visualization and attitude toward geometry: Influences of manipulative format*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Florida.
- Toluk, Z., Olkun, S. ve Durmuş, S. (2002, Eylül). *Problem merkezli ve görsel modellerle destekli geometri öğretiminin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine etkisi*, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.

- Turgut, M. ve Yılmaz, S. (2010). Teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerine etkisi. *e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 5(3), 702-712.
- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. University of Chicago, ERIC Document Reproduction Service.
- Van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching children mathematics*, 5(6), 310-317.
- Yüksel, İ., Savaş, M. A., Demirci, T., Atağ, C., Duman, E. Z. ve Adalar, H. (2017). Fen bilgisi öğretmenliği programındaki öğrenciler ile bazı lisans programlarındaki öğrencilere geometrik-mekanik oyunlar uygulama örnekleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 1-10.