



8.SINIF MATEMATİK DERSİNDE BİLGİSAYAR ANİMASYONLARI İLE İSPAT ÖĞRETİMİNİN AKADEMİK BAŞARIYA ETKİSİ

The Effect Of Teaching Proof By Computer Animations At 8th Grade Mathematics Lesson To Academic Achievement

Gülhan YILMAZ

Şehit Öğretmen Mehmet Ali Durak Ortaokulu, Ankara/Türkiye

ORCID: 0000-0001-9732-0569

Dr. Öğr. Üyesi. Hasan ES

Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara/Türkiye

ORCID: 0000-0002-7732-8173



ÖZET

Bu çalışmada, bilgisayar desteği ile ispat animasyonları hazırlanmış ve animasyonlarla yapılan öğretimin öğrenci başarısına etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Hazırlanan animasyonların konusu öğrenciler için hazırlanan hatırlama testleri sonucunda, öğrencilerin en çok hata yaptıkları 3 kazanım üzerine seçilmiştir. 3 hafta süren bu çalışmada tek grup ön-test, son-test yarı-deneyisel desen kullanılmıştır. Bu çalışmada nicel veri toplama aracı olarak bir başarı testi kullanılmıştır. Uzman görüşü alınarak hazırlanan bu testte animasyon konularına ait kazanımlara uygun 15 soru bulunmaktadır. Çalışma sonucunda bilgisayar animasyonları ile ispat öğretiminin, öğrencilerin seçilen üç kazanıma ait akademik başarısını artırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: bilgisayar destekli öğretim, animasyon, ispat, akademik başarı

ABSTRACT

This study involved computer-assisted preparation of "proof" animations and search of whether teaching through animations influences student achievement. The subjects of the animations prepared were chosen based on three acquisitions on which the students made most mistakes according to the results of the recall tests prepared for them. The study, lasting three weeks, employed the single group pre-test, post-test quasi-experimental design. An achievement test, composed of 15 questions associated with the acquisitions of the animation subjects that were developed by the researcher by getting expert opinion, was used as a quantitative data collection tool. The study found out that teaching "proof" through computer animations improved the students' academic achievement in the three acquisitions chosen.

Keywords: computer-assisted instruction, animation, proof, academic achievement

1. GİRİŞ

İspat kavramı hem matematik hem de matematik eğitiminin temelinde yer almaktadır(Lee, 2002) ve ispatın önemine bu iki alan literatüründe de yer verilmektedir. İspat, matematiksel bilgilerin doğruluğunu ya da yanlışlığını ortaya koyarken (Tall & Mejia-Ramos, 2006), matematik öğretiminde matematiksel bilginin inşasının sağlanmasında önemli yere sahiptir. Senk, Thompson, Jhonson'a (2009) göre ise ispat matematiğin kalbidir ve sadece neyin doğru olduğu ile ilgili değil, aynı zamanda niçin doğru olduğu ile de ilgilidir (Almedia, 1996).

Öğrenciler matematik dersindeki ifadelerin doğru olduğunu nasıl anlarlar? Yapılan çalışmada birçok öğrencinin verdiği cevaplara göre matematik bilgilerinin nereden geldiğini düşünmediğini göstermiştir. Bunun nedeni öğrencilerin muhakeme ve ispat deneyimlerinin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır(Knuth, Chopin and Bieda, 2009). Bu yanıtlar matematik derslerinde ispat ve muhakemenin önemli bir rolünün olduğunu akla getirir (Knuth, Chopin and Bieda, 2009). Türkiye'de öğrenciler ortaokul düzeyinde ispatla hiç karşılaşmamaktadır. Akıl yürütme ve ispat ortaöğretim matematik dersi öğretim programında süreç kazanımı olarak yer almakta, 9. sınıf matematik dersi kazanımlarında "9.1.1.5. Tanım, aksiyom, teorem ve ispat kavramlarını açıklar." kazanımı yer almaktadır (MEB, 2013a). Akıl yürütme ve ispat yapma, ortaöğretim matematik programında bu kazanımdan başka bir yerde geçmemektedir. İspat tüm boyutlarıyla üniversite düzeyinde, özellikle de matematik ve matematik eğitimi bölümlerinde ele alınmaktadır.

2018 yılında güncellenen ortaokul matematik öğretim programı incelediğimizde ispata değinilmediği görülmektedir. Öğrencilere kazandırılması gereken temel beceriler problem çözme, ilişkilendirme, iletişim, tahmin ve akıl yürütme olarak sıralanmış, ispata bir beceri olarak programda yer verilmemiştir. Buna karşın NCTM(National Council of Teachers of Mathematics)'in okul matematiği için belirlediği beş süreç standardından biri Akıl Yürütme ve İspat standardıdır. Bu standart için okul öncesi ve 12. sınıfa kadar öğretim programları bütün öğrenciler için şunları sağlamalıdır:

- ✓ Akıl yürütme ve ispatı matematiğin temel bileşenleri olarak görme
- ✓ Matematiksel varsayımları oluşturma ve inceleme
- ✓ Matematiksel iddiaları ve ispatları geliştirme
- ✓ İspat yöntemleri ve akıl yürütmenin çeşitli tiplerini seçme ve kullanma (NCTM, 2000)

Bu dört madde incelendiğinde, ülkemizde ortaokul öğrencilerinin ispatı matematiğin temel bir ögesi olarak algılamalarında, ispat içeren tartışmalar yürütüp bu tartışmaları geliştirmelerinde, ispat yöntemlerini kullanmalarında eksik olduklarını söylemek yanlış olmayacaktır(Aylar, 2014). Var olan ortaokul öğretim programı(Matematik Öğretim Programı 2013-MEB) bu nitelikleri sağlamada yeterli değildir.

Ülkemizde ispat öğretimi lise ve daha üstü eğitim düzeylerinde yer aldığından, bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların çok azında ortaokul düzeyinde ispat öğretimi ele alınmaktadır. Bu alanda yurt dışında yapılan çalışmalarda okul matematiğinde ispatın sadece ileri ortaöğretim düzeyindeki öğrencilere uygun olduğunu, ortaokul öğrencilerinin formal ispatı anlamadığını belirten ifadeler yer almaktadır (Bell, 1976; Fischbein, 1982; Knuth, 2002). Bu çalışmalarda yer alan olumsuz ifadelerle karşın son zamanlarda, okul öncesi öğretim sürecinden başlayarak, ispat öğretiminin erken yaş kuşağında da ele alınabileceğini gösteren çalışmalar da artmıştır (Ball vd., 2002; Cyr, 2011; Hanna, 1995; Schoenfeld, 1994; Stylianides, 2007a; Stylianides, 2007b; Waring, 2000; Komatsu, Jones, Ikeda ve Narazaki, 2017).

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) de ispatı, öğretim programının belirli konularının belirli zamanlarında yapılan özel bir aktivite olarak ele almamaktadır. İspat ve muhakeme, hangi konuda olursa olsun, ders işleme sürecinin doğal akışının bir parçası olmalıdır (NCTM, 2000). Öğretim süreci içerisinde ispata bir konu alanı olarak yaklaşmayan, işlenen konudan bağımsız olarak ispatın öğretim sürecinin bir bileşeni olması gerektiğini savunan bu anlayış, matematik öğretiminde ispatın önemini daha da artırmaktadır.

Öğrencilerin, ispatın neden yapıldığını anlamaları, bunun farkında olmaları önemlidir. Bu nedenle, matematiksel ispata neden gerek duyulduğu ve bu ispatların matematiğin öğrenimindeki rolü öğrencilere fark ettirilmelidir. Bu kapsamda, literatür incelendiğinde matematiksel ispatların yapılış amacı aşağıdaki gibi dört başlık altında toplanmaktadır. Bu başlıklar; Heuristik İspat, Açıklayıcı İspat, Keşfedici İspat ve Görsel-Sözsüz İspattır (Dede ve Karakuş, 2015).

Görsel-Sözsüz ispatlar, sadece matematiksel ifade ve önermeler için bir delil olarak değil aynı zamanda matematiksel ifade ve önermelerin doğrulanması için de kullanılabilirler (Dede ve Karakuş, 2015). Bu bağlamda, matematiksel kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla grafik ve başka görsel temsillerden yararlanılabilir. Buna göre; grafik ve görsel temsiller, bir matematiksel ifadenin ve önermenin temel bir ögesi olarak kabul edilebilir ve matematik müfredatlarının temel bileşenleri olarak da düşünülebilir (Hanna, 2000). Bu çalışmada görselleştirme aracı olarak animasyonlar kullanılmıştır.

Türk Dil Kurumu animasyonu canlandırma olarak tanımlanmaktadır (TDK, Erişim tarihi: 17 Nisan 2019). Bilgisayar animasyonu, bir dizi görüntü ve resmin hızlı bir şekilde gösterilmesidir. Animasyon tekniğinin kullanıldığı yazılımlar sayesinde soyut olayları veya varlıkları somutlaştırma ve zihinde canlandırma güçlükleri ortadan kaldırılabilir. Öğretici bilgisayar animasyonları, öğrencilerin konuyu daha iyi anlamaları için, konuların ve işlemlerin hareketli, görsel resimleri üzerine inşa edilmelidir. Animasyon tekniğinin kullanıldığı yazılımlar sayesinde soyut olayları veya varlıkları somutlaştırma ve zihinde canlandırma güçlükleri ortadan kaldırılabilir. Öğretici bilgisayar animasyonları, öğrencilerin konuyu daha iyi anlamaları için, konuların ve işlemlerin hareketli, görsel resimleri üzerine inşa edilmelidir (Burke, Greenbowe ve Windschitl, 1998).

MEB tarafından yayınlanan 2013 ortaokul matematik öğretim programı incelendiğinde bazı kazanımlarda yer alan kuralların ispatının sınıf düzeyine göre yapılabileceği görülmüştür. İspat öğretimi için animasyonla öğretim yöntemi seçilmiştir. Bunun nedenlerinden biri yapılan araştırmalarda (Güler, Kar, Öçal ve Çiltaş, 2011) öğrencilerin ispat yapma sürecinde yaşadıkları zorluklardan en önemlisinin görselleştirme olarak belirlenmesidir. Ayrıca Borwein ve Jorgenson (2001)'un yaptıkları çalışmada matematiksel yapıların

görselleştirilmesinin insan zihnini daha önce bulunmadığı yerlere götürdüğünü ortaya koymuştur. Bu çalışmada animasyonla öğretim yönteminin seçilmesinin diğer bir nedeni yapılan çalışmalarda görsel akıl yürütme ve matematiksel anlama sürecinin birbirinden ayrı olmadığına ortaya konulması (Tsamir, Tirosh ve Levenson, 2008, Zahner ve Corter, 2010, Trigueros ve Martínez-Planell, 2010) ve animasyon tekniğinin kullanıldığı eğitim yazılımları sayesinde öğrencilere öğretilmek istenen soyut olayları veya varlıkları somutlaştırma ve zihinde canlandırma güçlüklerinin ortadan kaldırılabilmesidir.

Bu çalışmanın amacı, 8.sınıf matematik dersinde bilgisayar animasyonları ile ispat öğretiminin akademik başarıya etkisinin olup olmadığını ortaya çıkarmaktır.

1.1. Araştırmanın problemi

Bu amaç kapsamında aşağıdaki iki soruya cevap aranmaya çalışılmıştır:

Bilgisayar animasyonları ile ispat öğretiminin yapıldığı grubun ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Bilgisayar animasyonları ile ispat öğretiminin yapıldığı grupta kız ve erkek öğrencilerin ön-test ve son-test puanları arasında bir fark var mıdır?

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, çalışma grubu, verilerin toplanması, analizi ve yorumlanmasında kullanılan yöntem ve teknikler açıklanmaktadır.

2.1. Araştırmanın Deseni

Elde edilen verilerin yorumlanmasında; tek grup ön-test, son-test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desen, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini keşfetmek amacıyla kullanılan araştırma desenleri olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2007). Yarı deneysel desenin amacı da deneysel desenle aynıdır. Aralarındaki farklılık, yarı deneysel desende, kontrol ve deney gruplarının tesadüfen değil de ölçümlerle seçilmesidir (Ekiz, 2003; Karasar, 2006).

2.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırma, 2016-2017 Eğitim-Öğretim yılında Ankara ili Yenimahalle ilçesindeki Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı bir okulda yürütülmüştür. Okulda bulunan altı 8. sınıf şubesinin matematik dersi başarı ortalamaları incelenmiş, başarı sıralamasında en ortada bulunan sınıf çalışma grubu olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın örneklemini, 12'si erkek, 10'u kız 22, 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada nicel veri toplama aracı olarak, uzman görüşü alınarak araştırmacı tarafından geliştirilen ispat öğretimin yapıldığı animasyonların kazanımlarına ait 15 sorudan oluşan başarı testi kullanılmıştır.

Her kazanıma ait 5'er sorunun bulunduğu başarı testinin geçerliği uzman görüşü alınarak sağlanırken, güvenirlik katsayısı $\alpha=.81$ bulunmuştur. Murphy & Davidshofer (1998) güvenirlik aralıkları ile ilgili katsayının .6'dan düşük olmasını kabul edilemez, .7'yi düşük güvenirlik, .8-.9 aralığını orta düzey güvenirlik, .9'dan büyük değerleri yüksek güvenirlik olarak nitelendirmiştir. Nunnally (1967) ise pilot çalışmalarda .5-.6, temel araştırmalarda .8, uygulama araştırmalarında .9-.95 aralığında güvenirliğin kabul edilebilir olduğunu bu çalışmada da belirtmiştir.

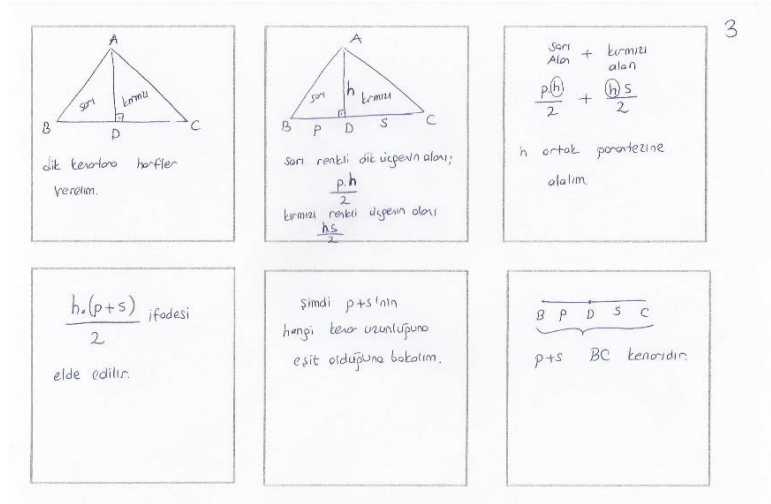
2.4. Animasyon Hazırlık Süreci

Çalışma için kazanımların seçimi şu şekilde yapılmıştır. 5,6,7. Sınıfta öğrendikleri ispatı ortaokul seviyesinde yapılabilecek 10 konu belirlenmiştir. Bu 10 konu ile ilgili 10 sorudan oluşan sınavlar yapılmıştır. Sınav sonuçlarına bakıldığında öğrencilerin en çok hata yaptıkları 3 konuya ait kazanımlar çalışma için seçilmiştir. Bu kazanımlar;

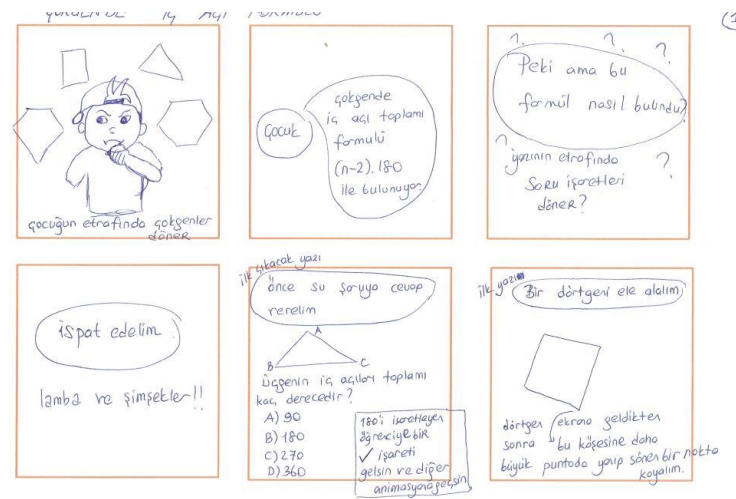
- ✓ Üçgenin alan bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.
- ✓ Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar.
- İç açılar toplamını keşfetmeye yönelik çalışmalara yer verilir.
- ✓ Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar.

Seçilen ispat konuları kapsamı 2013 ortaokul matematik ğretim programı kazanımları dikkate alınarak belirlenmiştir. Animasyonlar için önce storyboardlar (hikye tahtaları) hazırlanmıştır. Storyboard animasyonda yer alan sahne, plan, diyalog ve seslerin belirtildiği görüntü serisidir. Animasyonun ilk görsel izlenimi storyboard ile yapılır ve animasyon içeriği ile ilgili önemli kararların verildiği ayrıntılı tasarıdır.

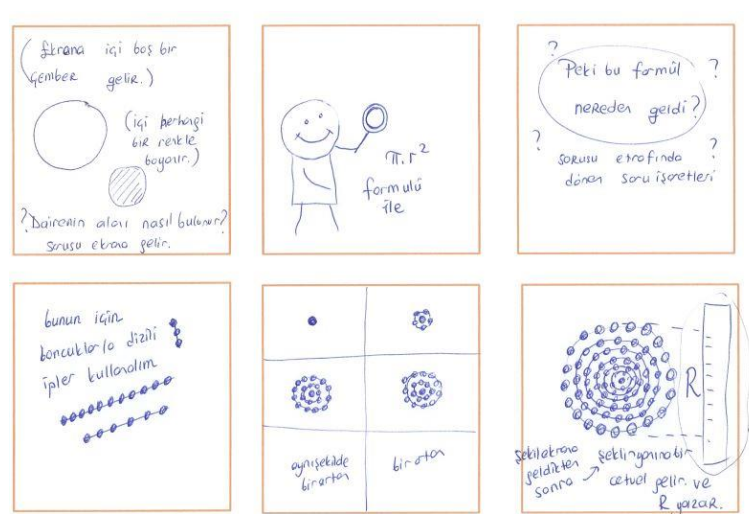
Bu çalışmada kullanılan animasyonların storyboard rnekleri Şekil 1, 2 ve 3'te verilmiştir.



Şekil 1: Üçgende Alan İspatı Storyboard



Şekil 2: Çokgende İç Açı Formülü İspatı Storyboard



Şekil 3: Dairenin Alan Formülü İspatı Storyboard

Hazırlanan “storyboard- hikaye tahtaları”na uygun olarak animasyonlar hazırlanmıştır. Animasyonlar için alanları Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı’ndan 2 öğretim üyesi, İlköğretim Matematik Eğitimi Anabilim Dalı’ndan 2 öğretim üyesi, ve kıdemleri sırasıyla 17 yıl ve 6 yıl olan iki matematik öğretmeni incelemede bulunmuş, animasyonların kazanımlara ve öğrenci seviyelerine uygun olduğunu belirtmişlerdir.

2.5. Uygulama Süreci

Uygulama ilk iki hafta 2 ders saati, son hafta 3 ders saati olmak üzere 3 hafta sürmüştür. Detaylı uygulama süreci, ve uygulamada kullanılan animasyon ekran görüntüleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Uygulama Süreci

Ders saati	Çalışılan Kazanımlar-Ders İşleyişi	Animasyonlardan Bazı Ekran Görüntüleri
1.-1.	Çalışma hakkında bilgilendirme (15 dakika) Ön test uygulaması (30 dakika)	
1.-2.	Çalışılan Kazanım: 6.3.2.4. Üçgenin alan bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer. Ders İşleyişi; Giriş: Öğrencilere “Üçgenin alan bağıntısını hatırladınız mı?” sorusu yöneltildi. Keşfetme: Tahtaya çizilen üçgen modelini, doğru parçaları ile ayırmaları ya da üçgeni başka bir geometrik şekle tamamlamaları istendi. Açıklama: Hazırlanan animasyon izlendi. Derinleştirme: Örnekler vererek, ispat adımlarına uyarak sorular çözüldü. Değerlendirme: Hazırlanan çalışma yaprakları ile kazanımın değerlendirilmesi yapıldı	
2.-1.	Çalışılan Kazanım: 7.3.2.2. Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar. Ders İşleyişi; Giriş: Öğrencilere çokgenlerin iç açı formülünü hatırlamadıklarında bulmak için bir yöntemlerinin olup olmadığı soruldu. Keşfetme: Formül tahtaya yazıldı ve formülün nasıl bulunduğu, kim tarafından bulunduğu konusunda tartışmaları istendi. Açıklama: Hazırlanan animasyon izlendi. İnteraktif sorular öğrencilerle cevaplandı ve kontrol edildi.	
2.-2.	Çalışılan Kazanım: 7.3.2.2. Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar. Derinleştirme: Örnekler vererek, ispat adımlarına uyarak sorular çözüldü. Değerlendirme: Hazırlanan çalışma yaprakları ile kazanımın değerlendirilmesi yapıldı.	

3.-1.	Çalışılan Kazanım: 7.3.3.3. Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar. Ders İşleyişi; Giriş: Öğrencilere dairenin alan formülünün nasıl bulunmuş olabileceği soruldu. Keşfetme: Daireyi bölerek hangi şekilleri elde edebileceğimiz sorusu yöneltildi. Cevaplar üstüne tartışıldı. Açıklama: Hazırlanan animasyon izlendi.	
3.-2.	Çalışılan Kazanım: 7.3.3.3. Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar. Derinleştirme: Örnekler vererek, ispat adımlarına uyarak sorular çözüldü. Değerlendirme: Hazırlanan çalışma yaprakları ile kazanımın değerlendirilmesi yapıldı.	
3.-3.	Son test uygulaması yapıldı.	

2.6. Verilen Analizi

22 sekizinci sınıf öğrencisi ile yapılan çalışmada uygulamaya başlanmadan önce 15 soruluk ön-test uygulanmıştır. Daha sonra bilgisayar animasyonları ve çalışma kâğıtları ile ders işlenerek 3 kazanıma ait konular 3 hafta boyunca uygulanmıştır. 3. haftanın sonunda öğrencilere son test uygulaması yapılmıştır. Toplanan verilerin analizleri SPSS programı ile yapılmıştır. Örneklem büyüklüğü 30'dan küçük (22) olduğu için kullanılan başarı testinin ön - test ve son - test verileri normal dağılım göstermemektedir. Bu sonuçtan hareketle; verilerin analiz sürecinde Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2004).

Wilcoxon işaretli sıralar testi tekrarlanan değerler için kullanılır. Wilcoxon işaretli sıralar testi, değerleri sıralamak ve karşılaştırmak için iki farklı zaman dilimine dönüştürür ve bu zaman dilimleri arasında, değerlerdeki değişimi test eder (Kalaycı, 2010).

3. BULGULAR

Araştırmanın “ Bilgisayar animasyonları ile ispat öğretiminin yapıldığı grubun ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır? ” sorusuna cevap bulmak için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Ön-Test ve Son-Test Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Sontest-Öntest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	0	0	0		
Pozitif sıra	22	11.5	253.00	-4.115	.000*
Eşit	0				

*<.05

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre öğrencilerin ön-test ve son-test başarı puanları arasındaki farkın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($z=4.115$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son-test puanı lehine olduğu görülmektedir. Yani öğrencilerin uygulama sonrasında animasyon konularına ait başarılarının arttığı söylenebilir.

Çalışma grubunun cinsiyete göre ön test son test puanlarının ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde kız öğrencilerin puan ortalamalarının erkek öğrencilerin puan ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 3: Ön test son test ortalamaları

Cinsiyet	Ön Test			Son Test	
	N	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss
Kız	10	3,10	4,09	9,60	3,94
Erkek	12	1,91	1,67	6,91	2,50
Toplam	22	2,45	3,00	8,13	3,44

Hazırlanan üç ispat animasyonu ile yapılan öğretim sürecinde, öğrenciler daha önce öğrendikleri bu kazanımlardaki formüllerin nasıl ispatlandığını gördüklerinde formüllerin onlara daha anlamlı geldiğini belirtmişlerdir. İspat animasyonları izlendikten sonra öğrenciler yapılan görüşmelerde bu formülleri unutsalar bile nasıl ispatlandığını öğrendiklerinden formülü tekrar oluşturabileceklerini ifade etmişlerdir.

Her ispat animasyonuna ait kazanımla ilgili sorulan 5 sorunun ön test ve son test ortalamaları ise Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Konulara göre ön test- son test başarı ortalamaları

Konu	Ön Test	$\bar{X}$
		Son Test
Üçgenin alanı	0,9	2,4
Çokgenlerde iç açı	1,1	3,5
Dairenin Alanı	0,45	2,23

Tablo 4 incelendiğinde 3 kazanım için de ortalamalarda bir yükselmenin olduğu görülmektedir. Yükselmenin en fazla olduğu kazanım “Çokgenlerde iç açıları toplamını bulur.” kazanımıdır. Bunun sebebi çokgenlerde iç açı formülünün ispatı için animasyonda örüntü kullanarak ispat yapılması olabilir.

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada seçilen üç kazanıma ait ispat animasyonları hazırlanmış, bu animasyonlar kullanılarak bir ispat öğretimi gerçekleştirilmiş ve bu öğretimin akademik başarıyı arttırdığı gözlenmiştir. Bu sonuç bilgisayarlı öğretim ve animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarında kayda değer artışlar olduğu öne sürülen diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir.(Aktaş, 2015, Çepni vd., 2006; Katırcıoğlu ve Kazancı, 2003; Powel-Aeby ve Carpenter-Aeby, 2003; Akt; Daşdemir ve Doymuş, 2012). Yine yurt dışında yapılan birçok araştırma, animasyon destekli öğretimin özellikle biyoloji, kimya, fizik, yabancı dil ve elektrik-elektronik eğitiminde diğer yöntemlerden bilgilerin kalıcılığı yönünden daha fazla etkili olduğunu, öğrencilerin motivasyonlarını artırdığını, öğrenmelerine olumlu katkı sağladığını ve bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine yardımcı olduğunu saptamıştır (Bosco 1986; Fletcher 1989, 1990; Khalili ve Shashaanib 1994; Kulik et al. 1980; Kulik et al. 1983; Kulik et al. 1985; Kuliket al. 1986).

Animasyonlar kullanılarak gerçekleştirilen öğretim sürecinde öğrencilerin 15 soruluk başarı testinde doğru yapıma oranı en yüksek olan kazanımın “Çokgenlerin iç açıları toplamını bulur” kazanımının olduğu görülmüştür. Bu sonuçta çokgenlerin iç açı toplamı formülünü genelleme yolu ile ispatlamanın daha anlaşılır olmasının etkili olduğu söylenebilir.

Bu çalışmanın hem animasyon kullanımının hem de ispat öğretiminin başarıya etkisini açıklamakta literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Üç kazanım için hazırlanan ispat animasyonları bir eğitim materyali olarak da kullanılabilir.

5. KAYNAKÇA

Aktaş, M. (2015). 7.sınıf matematik dersinde bilgisayar animasyonları ve aktiviteleri ile simetri öğretiminin akademik başarıya etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), (49-62).

Almedia, D. (1996). Justifying and the proving in the mathematics classroom, *Philosophy of Mathematics Education Newsletter* 9, <http://people.exeter.ac.uk/PErnest/pome/pompart8.htm>.

Aylar, E. (2014). *7. sınıf öğrencilerinin ispata yönelik algı ve ispat yapabilme becerilerinin irdelenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Ball, D.L., Hoyles, C., Jahnke, H.N. & Movshovitz-Hadar, N. (2002). *The teaching of proof, proceedings of the international congress of mathematicians (ed. I.I.tatsien)*. Beijing:Higher Education Press.
- Bosco, J. (1986). An analysis of evaluations of interactive video. *Educational Technology* (25),7–16.
- Borwein, P., and Jorgenson, L. (2001). Visible structures in number theory. *The American Mathematical Monthly* 108(10), 897-1006.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658–1661.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). *Sosyal bilimler için veri analizi elkitabı*. Ankara: Öncü Basımevi.
- Cyr, S. (2011). Development of beginning skills in proving and proof writing by elementary school students, *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Poland: University of Rzeszów.
- Çepni, S., Taş, E. ve Köse, S. (2006). The Effect of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers Education* (46), 192-205.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi* 2(3), 33-42.
- Dede, Y , Karakuş, F . (2015). A Pedagogical Perspective Concerning the Concept of Mathematical Proof: A Theoretical Study. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences (AUJES)*, 4 (2), 47-71. DOI: 10.17984/adyuebd.52880.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş: nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri (1.Baskı)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Fischbein, E. (1982). Intuition and proof. *For The Learning of Mathematics* 3 (2), 9-18.
- Fletcher, D. (1990). The effectiveness and cost of interactive video discinstruction in defense training and education. *Multimedia* (2), 33-42.
- Güler, G., Kar, T., Öçal, M., & Çiltaş, A. (2011). Prospective mathematics teachers' difficulties in proof. *Procedia Social and Behavioral Sciences* (15), 336-340.
- Güvercin, Z. (2010). *Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa olan etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Hanna, G. (1995). Challenges to the importance of proof, *For the Learning of Mathematics* 15(3), 42-49.
- Hanna, G. (2000). Proof, explanation, and exploration: An overview. *Educational Studies in Mathematics*, Dordrecht, Holanda, s. 5-23
- Kalaycı, Ş. (2010). *Spss uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Öz Baran Ofset.
- Karasar, N. (2006). *Bilimsel araştırma yöntemi; kavramlar, ilkeler, teknikler (16.baskı)*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Katircioğlu, H. ve Kazancı, M. (2003). Genel biyoloji derslerinde bilgisayar kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (25), 127-134.
- Khalili, A., and Shashaani, L. (1994). The effectiveness of computer applications: a meta-analysis. *Journal of Research on Computing in Education* (27), 48–61.
- Knuth, E. J. (2002). Teachers conceptions of proof in the context of secondary school mathematics. *Journal of Mathematics Teachers Education* (5), 61 – 88.
- Knuth, E.C., Chopin, J.M., Bieda, K.N. 2009 Proof:Examples and Beyond Mathematics Teaching in the Middle School, 15(4).
- Komatsu, K., Jones, K., Ikeda, T., & Narazaki, A. (2017). Proof validation and modification in secondary school geometry. *The Journal of Mathematical Behavior*, 47, 1–15.

- Kulik, J. A., Kulik, C. C. and Shwalb, B. J. (1986). The effectiveness of computer based adult education: a meta analysis. *Computing Research* (2), 235-252.
- Kulik, J.A., Bangert, R.L. and Williams, G. W. (1983). Effects of computer-based teaching on secondary school students. *Journal of Education Psychology* (75), 19–26.
- Kulik, J.A., Kulik, C.C. and Bangert-Drowns., L. (1985). Effectiveness of computer based education in elementary school. *Computers in Human Behavior* (1), 59–74.
- Kulik, J.A., Kulik, C.C. and Cohen, P.A. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research* (50), 525–544.
- Lee, J. K. (2002). Philosophical perspectives on proof in mathematics education. *Philosophy of Mathematics Education Journal* (16).
<http://socialsciences.exeter.ac.uk/education/research/centres/stem/publications/pmej/pome16/docs/lee.pdf>
- M.E.B. (2013a). Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı. Ankara.
- M.E.B. (2013b). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) programı*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Murphy, K. R. ve Davidshofer, C. O. (1998). *Psychological testing (4th Edition)*, New Jersey: Prentice – Hall Inc. Simon and Schuster / A Viacom Company Upper Saddle River.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics), (2000). Principles and standards for school mathematics, www.nctm.org
- Nunnally J C. (1967). *Psychometric theory.*, New York: McGraw Hill.
- Powell, J. V., Aebly, V. G. ve Carpenter-Aebly, T. (2003). A comparison of student outcomes with and without teacher facilitated computer-based instruction. *Computers Education* (40), 183-191.
- Schoenfeld, A. (1994). *Mathematical thinking and problem solving (53-70)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Senk, S. L., Thompson, D. R., Johnson, G., 2009. Reasoning And Proof In High School Textbooks From The Usa. *Elementary Education Online*, 8(1), 1-6. <http://ilkogretim-online.org.tr> (2009).
- Stylianides, A. J. (2007a), Proof and proving in school mathematics, *Journal for Research in Mathematics Education* 38 (3), 289-321.
- Stylianides, A. J. (2007b). The notion of proof in the context of elementary school mathematics. *Educational Studies in Mathematics* (65), 1–20.
- Tall, D. & Mejia-Ramos, J. P. (2006). *The long-term cognitive development of different types of reasoning and proof, presented at the conference on explanation and proof in mathematics: philosophical and educational perspectives*, Essen, Germany.
- TDK, Türk Dil Kurumu, <http://www.tdk.gov.tr>, (ET: 17.04.2019).
- Tsamir, P., Tirosh, D., and Levenson, E. (2008). Intuitive nonexamples: The case of triangles. *Educational Studies in Mathematics* (69), 81-95.
- Trigueros, M., and Martínez-Planell, R. (2010). Geometrical representations in the learning of two-variable functions. *Educational Studies in Mathematics* (73), 3- 19.
- Waring, S. (2000). *Can you prove it? Developing concept of proof in primary and secondary school*. UK: The Mathematical Association.
- Zahner, D., and Corter, J. E. (2010). The process of probability problem solving: Use of external visual representations. *Mathematical Thinking and Learning* (12), 177- 204.