



# The Effect of Digital Storytelling Applications on Technological Pedagogical Content Knowledge of Science Teacher Candidates

Fatma Taşkın Ekici<sup>1</sup>  and Fatih Dereli<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup> Pamukkale University, Faculty of Education, Turkey

<sup>2</sup> Pamukkale University, Institute of Educational Sciences, Turkey

## ABSTRACT

The aim of this study is to increase the amount of digital storytelling applications on the technological pedagogical content knowledge of science teacher candidates. The research is carried out within the scope of good research method. Time series was modeled from models consisting of quantitative students and adopted as the design. The basis of the research is the mathematics and science department of the education faculty of a Higher Education Institution located in the Aegean Region. It consists of 35 science teaching undergraduate rooms. The data of the study were collected with TPACK. Multivariate analysis of variance was performed to determine the effect of digital storytelling applications on TPACK. As a result of the results obtained in the research; Digital storytelling applications resulted in a statistically significant difference in the technological pedagogical content knowledge of science teacher candidates, and digital storytelling applications improved the technological pedagogical content knowledge of teacher candidates. As a result of the research, the characteristics of the use of digital storytelling applications for the development of science teacher candidates' TPACK relationships.

**Keywords:** TPACK, Digital storytelling, Science education

## ARTICLE INFO

### Article History:

Received:10.01.2023

Received in revised form:20.12.2023

Accepted:29.12.2023

Available online:31.12.2023

**Article Type:** Research Article

**To Cite This Article:** Taşkın Ekici, F. & Dereli, F. (2023). The effect of digital storytelling applications on technological pedagogical content knowledge of science teacher candidates. *Journal of Individual Differences in Education*, 5(2), 149-163, DOI: 10.47156/jide.1231688

## 1. Extended Summary

### 1.1. Introduction

As technology began to show its impact in the field of education in the 21st century, the importance of integrating technology into learning environments has increased (Blau et al., 2016; Shatri, 2020; Singh, 2021). The 21st century skills of students develop as their interest and curiosity increases with the inclusion of technology in learning environments. Teachers play an important role in developing 21st Century skills such as problem solving, critical thinking and research skills. Teachers should ensure that students actively participate in the learning environment. In this context, teachers should be able to use and master the methods that will enable them to gain the technological competencies they need. Thus, by effectively integrating technology into learning environments, it is possible to raise individuals equipped with skills that can keep up with today's society. Therefore, teachers, who are the guides of learning environments, need to understand why and how technology is integrated into

\*Corresponding author's address: Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye  
e-mail: [derelifatih32@gmail.com](mailto:derelifatih32@gmail.com)

learning environments. In this context, the importance of teachers' roles increases considering the needs of the 21st century (Elliston, 2020; Fraillon et al., 2020; Hillmayr et al., 2020; Kukul, 2022).

Considering that technology integration is an important element of learning environments and the problems experienced in this field, the importance of TPACK and TPACK research has increased (Chai et al., 2013). TPACK is an important model used to increase teachers' equipment and improve their skills in integrating education and technology (Gündüz, 2018; Koehler and Mishra, 2005). Koehler and Mishra (2005) revealed the theoretical structure of TPACK by explaining the relationships and interactions of pedagogical knowledge, content knowledge and technological knowledge. Researchers have defined TPACK from the perspective that technology and the three main theories that make up TPACK should be related to each other in a dynamic structure, so that new concepts with technology should be presented with different teaching methods for a good education (Koehler and Mishra, 2005).

When the studies in the literature are examined, it is noteworthy that there is a lack of studies investigating the effects of digital storytelling applications on the TPACK of teacher candidates. However, in the literature, there is a study by Sancar-Tokmak et al. (2014) that investigated the TPACK perceptions of science teacher candidates after creating digital stories. In the research, in which case study was adopted, one of the qualitative research designs, prospective teachers' perceptions of TPACK development were examined after creating digital stories based on science topics. In this research, "Does digital storytelling have a significant effect on TPACK?" was determined as the problem situation. It is aimed to investigate the effects of digital storytelling applications on the technological pedagogical content knowledge of science teacher candidates. In this context, it is thought that the planned research will contribute to the use of digital technologies in science education by distinguishing itself from the studies in the literature in the context of the applied course and research method.

## 1.2. Methodology

Quantitative research method was adopted in this research. Among the quantitative research designs, the weakest experimental design constitutes the design of the research. Pretest-posttest single group design constitutes the model of the research. In the single-group pretest-posttest model, an independent variable is applied to one group and measurement is made before and after the application. In the model, if there is a statistically significant difference between the pre- and post-test scores of the group from the measurement tools, the application is considered effective (Balcı, 2005; Karasar, 2011).

## 1.3. Results

As a result of the findings obtained after multivariate analysis of variance regarding the pre-test and post-test scores of the TPACK scale dimensions; It has been concluded that digital storytelling applications have a positive effect on improving the TPACK of teacher candidates. As a result of the findings obtained after the descriptive analysis of the pre-test and post-test scores regarding the TPACK dimensions; It was concluded that the average scores of teacher candidates for all dimensions increased in favor of the post-test after digital storytelling applications. Considering the results as a whole, it was concluded that digital storytelling applications improved the TPACK of teacher candidates. This result obtained by Kayaalp et al. (2022) is similar to the results that material preparation training improves the TPACK of teacher candidates and Çağlar (2022) that information communication technologies make positive contributions to the development of teachers and teacher candidates in their TPACK and TPACK sub-dimensions.

## 1.4. Discussion and Conclusion

The results obtained are similar to the results of Canbazoğlu-Bilici's (2012) study, which aimed to evaluate the changes in the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) and TPACK self-efficacy levels of doctoral science teacher candidates throughout an academic year. The result

obtained by Canbazoğlu-Bilici (2012) that an increase was observed in the self-efficacy of teacher candidates regarding their TPACK is similar to the result obtained in this study that an increase was observed in the TPACK levels of teacher candidates after digital storytelling applications. Moreover, these results are similar to the result of Kurt (2012)'s doctoral thesis study that TPACKs improved significantly at the end of the study.

The results obtained in the research; Bulut's (2012) study examining the TPACK levels of mathematics teacher candidates, Kaya et al.'s (2013) study investigating the TPACK levels of information technology teacher candidates, Canbazoğlu-Bilici and Güler (2016)'s study to determine the TPACK levels of secondary school teachers and Bal. and Karademir (2013) are similar to the results obtained in their study, which aimed to determine the self-evaluation levels of Social Studies teachers on Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK).

The results obtained in the research; Jang and Tsai's (2012) study, which examined the TPACK development of teachers using smart boards, is similar to Akyüz et al.'s (2014) study, which examined the TPACK levels of prospective teachers as a result of microteaching applications. Moreover, while the result obtained is similar to the results in the Archambault and Crippen (2009) study, where teachers determined their pedagogy, field and pedagogical content knowledge at a high level according to TPACK, it differs from the results where they determined their TPACK level at a low level.

# Dijital Öyküleme Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerine Etkisi

Fatma Taşkın Ekici<sup>1</sup>  ve Fatih Dereli<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup>Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkiye

<sup>2</sup>Doktora Mezunu, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Türkiye

## ÖZ

Bu çalışmanın amacı, dijital öyküleme uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgileri üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırma nicel araştırma yöntemi kapsamında yürütülmüştür. Nicel araştırmanın deneysel modellerinden zaman serisi modeli araştırmanın deseni olarak benimsenmiştir. Araştırmanın örneklemini Ege Bölgesi'nde yer alan bir Yükseköğretim Kurumunun eğitim fakültesi matematik ve fen bilimleri bölümü fen bilgisi eğitimi anabilim dalında öğrenim gören 35 fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri TPAB ölçeği ile toplanmıştır. Dijital öyküleme uygulamalarının TPAB üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla çok değişkenli varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular neticesinde; dijital öyküleme uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturduğu ve dijital öyküleme uygulamalarının öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerini geliştirdiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB konusundaki gelişimleri için dijital öyküleme uygulamalarının kullanılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** TPAB, Dijital öyküleme, Fen eğitimi

## MAKALE BİLGİ

### Makale Tarihi:

Alındı: 10.01.2023

Düzeltilmiş hali alındı: 20.12.2023

Kabul edildi: 29.12.2023

Çevrimiçi yayınlandı: 31.12.2023

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi

**Bu Makaleye Atıfta Bulunmak İçin:** Taşkın Ekici, F. & Dereli, F. (2023). Dijital öyküleme uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine etkisi. *Journal of Individual Differences in Education*, 5(2), 149-163, DOI: 10.47156/jide.1231688

## 1. Giriş

21. yüzyılda teknolojinin etkisini eğitim alanında göstermeye başlaması ile öğrenme ortamlarına teknolojinin bütünleştirilmesinin önemi de artmıştır (Blau vd., 2016; Shatri, 2020; Singh, 2021). Teknolojinin öğrenme ortamlarında yer alması ilgi ve merakları artan öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri gelişmektedir. Problem çözme, eleştirel düşünme ve araştırma becerileri gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde öğretmenler önemli bir rol oynamaktadır. Öğretmenler, öğrencilerin öğrenme ortamına aktif olarak katılımlarını sağlamalıdır. Bu bağlamda öğretmenler, ihtiyaç duydukları teknolojik yeterlikleri kazanmalarını sağlayacak yöntemleri kullanabilmeli ve bunlara hâkim olmalıdırlar. Böylece teknolojinin öğrenme ortamlarına etkin bir şekilde bütünleştirilmesi ile günümüz toplumuna ayak uydurabilecek becerilerle donatılmış bireylerin yetiştirilebilmesi mümkün olabilmektedir. Dolayısıyla öğrenme ortamlarının rehberi olan öğretmenlerin, teknolojinin öğrenme ortamlarına bütünleştirilmesinin neden ve nasıl yapıldığını kavraması gerekmektedir. Bu bağlamda, 21. yüzyıl gereksinimleri dikkate alındığında öğretmenlerin rollerinin önemi artmaktadır (Elliston, 2020; Fraillon vd., 2020; Hillmayr vd., 2020; Kukul, 2022).

Berry'e (2009) göre eğitim ortamlarının dijitalleşmesi, öğretmenlerin dijital medya ile çalışma ve çevrimiçi ağ alanında deneyim paylaşma yetkinliklerini geliştirmektedir. Eğitim alanında olumlu dijitalleşme deneyimlerine sahip gelişmiş ülkelerde yapılan araştırmalar (Hietajarvi vd., 2022; Seward ve Nguyen, 2019), yeni bilgi üretme sürecinde öğrenme ortamlarında kullanılan dijital teknolojilerin öğrenmeye olan ilginin artmasına katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Teknolojik materyallerin öğrenciler açısından sağladığı olumlu katkılar ve eğitim alanında yaşanan dijitalleşme dikkate alındığında, öğretmenlerin öğrenme ortamlarında kullanacakları dijital ve teknolojik materyalleri tasarlama yeterliklerinin önemli artmaktadır. 21. yüzyıl gereksinimleri

\* Sorumlu yazar adresi: Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye  
e-posta: derelifatih32@gmail.com

kapsamında ihtiyaç duyulan öğretmenlerin hizmet öncesi yetişme süreçlerinde yapılacak olan etkili uygulamalar ile öğrenme ortamlarında teknoloji entegrasyonunu sağlayabilecekleri vurgulanmaktadır (Göçen-Kabaran ve Uşun, 2021). Bu nedenle öğretmenlerin eğitimi sürecinde kazandırılmak istenen bilgi ve becerilere uygun biçimde yetiştirilmesi için teknoloji ile desteklenmiş uygulamalara gereksinim duyulmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Teknolojiyi etkili ve verimli bir şekilde kullanması gereken öğretmenlerin, teknolojik araç gereçleri öğrenme ortamlarına nasıl bütünleştireceklerini bilmeleri ve yeterli becerileri sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca öğretmenlerin çağa uygun ve donanımlı bir öğretmen yeterliliğine sahip olabilmeleri ancak teknoloji kullanım becerilerini öğrenme ortamına farklı yöntem ve stratejiler ile bütünleştirilmeleri ile mümkün olacağı düşünülmektedir (Mishra, 2019; Rahmadi, 2019; Schmid vd., 2021).

Öğrencilerin özgün fikirler geliştirmelerine ve teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmalarına olanak tanıyan, eğitim alanında devrim niteliğinde görülen dijital öyküleme, günümüz teknolojilerinin eğitim ortamlarına dâhil edilmesinde önemli bir yaklaşım olarak görülmektedir. Öğrenci merkezli olan dijital öyküleme yöntemi ile oluşturulan öğrenme ortamının, günümüz öğrencileri için ihtiyaç olarak görülen eleştirel düşünme eğilimi, işbirlikçi düzenleme, hikâye kurgulama, teknoloji okuryazarlığı, yaratıcılık ve araştırma gibi 21. yüzyıl bilgi ve becerilerini kazanmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. (Bilici, 2021; Gürsoy, 2021; Hur vd., 2010; Jakes, 2006; Lantz vd., 2020; Lazar vd., 2020; Robin, 2008b; Sagrı vd., 2019; Sancar-Tokmak vd., 2014).

Öğrenme ortamlarında öğrencilerin zorlu ve karmaşık bilişim sistemlerini anlamalarına yardımcı olması amacıyla dijital öyküleme bir öğrenme stratejisi olarak kullanılabilir. Günlük yaşam deneyimlerinin dijital öyküleme ile aktarılması bireylerin gelişimi üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Bromberg vd., 2013). Farklı disiplinlerde birçok becerinin gelişimine sağladığı katkı kadar bireylerin dijital öyküleme sürecine de hâkim olmaları oldukça önemlidir (Rahiem, 2021). Öğretmenler tarafından oluşturulan dijital öyküler, soyut ve karmaşık içeriklerin daha kolay anlaşılabilir hale gelmesini sağlayarak öğrenme ortamlarını zenginleştirme imkânı sunmaktadır (Robin, 2006).

Öğrenme ortamlarına öğrencilerin derse aktif katılımını sağlayacak dijital öyküler ile bütünleştirebilmek için sürece rehberlik edecek öğretmenlerin dijital öykülemeyi etkin bir şekilde kullanabilmeleri gerekmektedir (Frazel, 2010; Sylvester ve Greenidge, 2009). Öğretmenler dijital öyküler ile etkili ve kalıcı bir öğrenmeyi ancak teknolojik bilgilerini, alan bilgilerini ve pedagojik bilgilerini birlikte kullanarak sağlayabilir. Bu nedenle teknolojinin eğitim-öğretim faaliyetleri ile bütünleştirilmesinin önemi artmaktadır. Ancak yapılan araştırmalarda öğretmenlerin teknoloji ile öğretim sürecini etkili bütünleştiremedikleri ve teknolojiyi öğrenme ortamında kullanmada yetersizliklerinin olduğu belirtilmiştir (Chai vd., 2010; Haydn ve Barton, 2007; Kılıç, 2011; Muir-Herzig, 2004). Liu (2012) öğretmenlerin öğrenci merkezli yaklaşıma sahip olmalarına rağmen yapılandırmacı yaklaşımla teknolojiyi bütünleştiremediklerini vurgulamaktadır.

Öğretmenlerin teknolojiyi etkili bütünleştirebilmeleri için sadece pedagojik bilgi, alan bilgisi ve teknolojik bilginin bilinmesinin yeterli olmadığı bu üç bilgi türünün nasıl bütünleştirilmesi gerekliliğine ilişkin bilgi, tutum ve becerilere sahip olmaları beklenmektedir (Angeli ve Valanides, 2009; Şad vd., 2015).

Teknoloji entegrasyonunun öğrenme ortamlarının önemli bir unsuru olması ve bu alanda yaşanan sorunlar dikkate alındığında TPAB ve TPAB araştırmalarının önemi de artmıştır (Chai vd., 2013). TPAB, öğretmenlerin eğitim ile teknolojinin bütünleştirilmesinde donanımlarını artırma ve becerilerini geliştirme hedeflerinde kullanılan önemli bir modeldir (Gündüz, 2018; Koehler ve Mishra, 2005). Koehler ve Mishra (2005) TPAB'ı pedagojik bilgi, alan bilgisi ve teknolojik bilginin birbirleriyle ilişkilerini ve etkileşimlerini açıklayarak kuramsal yapısını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar TPAB'ı teknoloji ile TPAB'ı oluşturan üç ana kuramın birbiriyle dinamik bir yapıda ilişkili olması gerektiği, böylelikle iyi bir eğitim için teknoloji ile yeni kavramların farklı öğretim şekilleriyle sunulması bakış açısıyla tanımlamışlardır (Koehler ve Mishra, 2005).

TPAB çerçevesi ile kalıcı ve etkili öğrenme sağlanabilmesi adına öğretmenlerin pedagojik ve alan bilgileriyle teknolojik bilgilerinin bütünleştirilip sınıf ortamına nasıl uyarlanabileceği hususunda sorunlar ortaya atılmıştır (Graham vd., 2009; Kinuthia vd., 2010; Niess, 2005). TPAB eğitim-öğretim ortamlarına teknoloji bütünleştirilmesinde etkili bir çerçeve olmakla birlikte teknoloji destekli ders tasarımları için de önemli bir unsurdur (Koh vd., 2013). Ayrıca öğretmenlerin hem yetiştirildikleri dönemde hem de hizmet içi dönemde eğitimin teknolojiyle anlamlı ve etkili olacak şekilde bütünleştirilmesi ile öğrenmelerine katkı sağlanabilmektedir.

Literatürde teknolojiyi öğretim ortamına bütünleştirilmesine ilişkin problemlerin ortadan kaldırılması amacıyla TPAB bağlamında çalışmalar yer almaktadır. Chang ve diğ. (2014) fen bilimleri öğretmenlerinin bilişim ve internet teknolojilerine göre TPAB düzeylerini; Jang ve Tsai (2013) ilköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmenlerinin etkileşimli tahta kullanımının TPAB'larına etkisini, Lowder (2013) teknoloji kursunun fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB gelişimlerine etkisini; Taşar ve Timur (2010) fen bilgisi öğretmen adaylarının animasyonla gerçekleştirilen mikro öğretim uygulamalarının TPAB özgüvenine etkisini, Akyüz, Pektaş, Kurnaz ve Kabataş-Memiş (2014) akıllı tahta kullanımının TPAB öz-güvenine ve harmanlanmış öğrenme ortamının TPAB gelişimine etkisini, Timur ve Taşar (2021) teknoloji destekli öğretimlerin fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterliklerine etkisini, Balçın ve Ergün (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarının çeşitli demografik değişkenler açısından TPAB öz-yeterliklerinin belirlenmesi ve incelenmesi, Bayrak ve Bayrak (2021) web 2.0 araçlarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterliklerine etkisini, Wen ve Shinas (2020) teknoloji okuryazarlığı kursunun öğretmen adaylarının TPAB'larına etkisini, Dilek (2019) fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişimde mikro eğitimin etkisi üzerine araştırmalar yürütmüşlerdir.

Literatürde dijital öykülemenin öğretim ortamına bütünleştirildiği çalışmalar yer almaktadır. Bilici (2021) doktora tez çalışmasında, dijital öyküleme yönteminin öğrencilerinin akademik başarıları, eleştirel düşünme eğilimleri, işbirlikçi düzenleme ve hikâye kurgulama becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Anılan ve diğ. (2018) öğretmen adaylarının fen bilimleri konu ve kazanımlarına yönelik dijital öyküler oluşturmalarını incelemiştir. Smyrniou ve diğ. (2020) öğrencilerin dijital öyküleme sürecinde, yaratıcılıklarının gelişimini araştırmışlardır. Csikar ve Stefaniak (2018) dijital öykülemenin lisans öğrencilerinin anatomi ve fizyoloji dersinde öğrenmelerini ve eleştirel düşünme becerilerine nasıl etkilediğini araştırmışlardır.

Alanyazında yer alan çalışmalar incelendiğinde dijital öyküleme uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB'larına etkisinin araştırıldığı çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Ancak alan yazında, Sancar-Tokmak ve diğerleri (2014) tarafından dijital hikâyeler oluşturma sonrası fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB algılarının araştırdığı bir çalışma yer almaktadır. Nitel araştırma desenlerinden durum çalışmasının benimsendiği araştırmada, öğretmen adaylarının, fen konularına dayalı dijital öyküler oluşturduktan sonra, TPAB gelişimine ilişkin alguları incelenmiştir. Bu araştırmada "Dijital öyküleme uygulamasının TPAB üzerine anlamlı etkisi var mıdır?" problem durumu olarak belirlenmiştir. Dijital öyküleme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda planlanan araştırmanın uygulanan ders ve araştırmanı yöntemi bağlamında literatürde yer alan araştırmalardan ayrışarak fen bilgisi eğitiminde dijital teknolojilerin kullanılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## **2. Yöntem**

### **2.1. Araştırmanın Modeli**

Bu araştırmada nicel araştırma yöntemi benimsenmiştir. Nicel araştırma desenlerinden zayıf deneysel desen araştırmanın desenini oluşturmaktadır. Ön test-son test tek gruplu deseni araştırmanın modelini oluşturmaktadır. Tek gruplu ön test-son test modelinde bir gruba bağımsız değişken uygulanır ve uygulama öncesi ve sonrası ölçme yapılır. Modelde grubun ölçme araçlarından aldıkları

ön ve son test puanlarının arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varsa uygulamanın etkili olduğu kabul edilir ( Balcı, 2005; Karasar, 2011).

## 2.2. Örneklem

Araştırmada yer alan öğretmen adaylarının demografik bilgilerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışma Grubu ve Cinsiyet Değişkenine İlişkin Betimsel İstatistikler

Değişken	Kategori	N	%
Çalışma Grubu	Ön Test	35	%100
	Son Test	35	%100
Cinsiyet	Kız	31	%88.6
	Erkek	4	%11.4

Tablo 1 incelendiğinde araştırmaya katılan katılımcıların  $N = 31$ ’inin (%88,6) kız  $N = 4$ ’ünün (%11,4) erkek olduğu belirlenmiştir.

## 2.3. Verilerin Toplanması

Araştırmada; Şahin (2011) tarafından geliştirilen Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Uygun ve amaçsal örnekleme yöntemi ile araştırmanın örneklemini yükseköğretim kurumuna bağlı bir eğitim fakültesinde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adayları olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda araştırmanın çalışma grubunu 2020-2021 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılı fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören ve Fen Öğretimi 2 dersine katılım sağlayacak olan 35 öğretmen adayından 8 hafta süre ile veriler toplanmıştır. Fen öğretimi 2 dersi kapsamında öğretmen adayları belirlemiş oldukları fen konularına ilişkin dijital öyküler hazırlamıştır. Hazırlanan dijital öyküler sınıf ortamında izlenerek geri dönütler verilmiştir.

## 2.3. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin yapılan istatistiksel analizler sonucu normal dağılıma uygun olduğu belirlendiği için veri analizinde parametrik testler kullanılmıştır. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği puanlarının çarpıklık ve basıklık değerleri skewness -0.986 ve kurtosis 1.121 normal dağılıma uygundur. Kurtosis ve Skewness değerleri -1.5 ile +1.5 olduğu zaman normal dağılım olduğu kabul edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerindeki değişimlerin belirlenmesi için çok değişkenli varyans analizi (MANOVA testi) gerçekleştirilmiştir. kısmi eta kare ( $\eta^2$ ) etki büyüklüğü,  $\eta^2 < 0,06$  küçük,  $0,06 \leq \eta^2 < 0,14$  orta ve  $\eta^2 \geq 0,14$  olması halinde büyük etki olduğu yorumu getirilmiştir (Cohen,1977, Akt:Stevens, 2009). Ayrıca öğretmen adaylarının TPAB ölçeğinden almış oldukları puan ortalamalarının belirlenmesi amacıyla betimsel istatistiklerden yararlanılmıştır.

## 2. Bulgular

Öğretmen adaylarının TPAB ölçeği alt boyutlarından almış oldukları puanların betimsel analizi Tablo 2’de verilmiştir. Uygulama öncesi uygulanan TPAB ölçeği ön-test ve uygulama sonrası uygulanan TPAB son-test puan ortalamaları verilmiştir.

Tablo 2. incelendiğinde, TPAB ölçeği alt boyutlarına ilişkin ön test ve son test puan ortalamaları görülmektedir. Öğretmen adaylarının TPAB ölçeği alt boyutları son test puan ortalamalarında ön test puan ortalamalarına göre artış olduğu görülmektedir.

Dijital öyküleme uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB’ları üzerine anlamlı bir etkisi olup olmadığının belirlenmesi amacıyla çok değişkenli varyans analizine ilişkin ön koşullara bakılmıştır. Tablo 3’te çok değişkenli varyans analizi (MANOVA testi analizi) için ön koşullar incelenmiştir.

**Tablo 2.** TPAB Ölçeği Alt Boyutlarının Ön-test ve Son-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Bulguları

Bağımlı Değişken	Grup	N	$\bar{X}$	SS
TB	Ön-test	35	3.03	1.00
	Son-test	35	3.69	.89
PB	Ön-test	35	3.00	.74
	Son-test	35	3.30	.84
AB	Ön-test	35	3.22	.70
	Son-test	35	3.70	.70
TPB	Ön-test	35	3.26	.69
	Son-test	35	3.85	.70
TAB	Ön-test	35	3.38	.78
	Son-test	35	3.70	.66
PAB	Ön-test	35	3.15	.78
	Son-test	35	3.64	.76
TPAB	Ön-test	35	2.98	.79
	Son-test	35	3.46	.84

**Tablo 3.** TPAB Ön test ve Son test Puanlarının Dijital Öykü Puanına Göre Sonuçları

	Değer	F	Denence sd	Hata sd	p
Grup	Pillai's Trace	0.406			
	Wilks' Lambda	0.594	6.055	7.000	62.00
	Hotelling's Trace	0.684			.00*
	Roy's Largest Root	0.684			

\*  $p < .05$

Tablo 3 incelendiğinde (Wilks' Lambda=0.594;  $p < 0.05$ ). Manova testi sınaması anlamlı çıktığı için gruplar arası test sonuçları incelenmiş ve bulgular elde edilmiştir.

TPAB ölçeğine ilişkin ön-test ve son-test puanlarının, deneysel işlem sonrası TPAB ölçeği alt boyutları puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına yönelik çoklu değişkenli varyans analizi (Manova testi analizi) sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** TPAB Ölçeği Alt Boyutlarına İlişkin Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA testi) Sonuçları

Kaynak	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare	Testin Gücü
Grup	TB	1720.12	1	1720.12	24.86	.00*	.26	.99
	PB	60.35	1	60.35	5.20	.02*	.07	.61
	AB	140.01	1	140.01	12.46	.00*	.15	.93
	TPB	96.05	1	96.05	17.17	.00*	.20	.98
	TAB	28.92	1	28.92	4.71	.03*	.06	.57
	PAB	205.71	1	205.71	9.82	.00*	.12	.87
	TPAB	98.41	1	98.41	8.74	.00*	.11	.83
	Hata	TB	4703.31	68	69.16			
PB		788.28	68	11.59				
AB		763.77	68	11.23				
TPB		380.28	68	5.59				
TAB		417.65	68	6.14				
PAB		1424.22	68	20.94				
TPAB		765.42	68	11.25				
Toplam		TB	184739.00	70				
	PB	25929.00	70					
	AB	31147.00	70					
	TPB	14648.00	70					
	TAB	14533.00	70					
	PAB	41376.00	70					
	TPAB	19073.00	70					

\*  $p < .05$



Tablo 4’te verilen manova analizi sonuçlarına göre; TPAB teknolojik bilgi alt boyutu ön test ve son test puanları arasında son-test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $F(1-68=24,86; p<0.05; \eta^2=,26)$ ). Ayrıca testin etki değerinin de büyük olduğu saptanmıştır ( $\eta^2=,26>,14$ ); TPAB pedagojik bilgi boyutundan aldıkları puanlar arasında son-test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $F(1-68=5,20; p<0.05; \eta^2=,07)$ ). Ayrıca testin etki değerinin de orta büyüklükte olduğu belirlenmiştir ( $\eta^2=0,6\leq,07<,14$ ); TPAB alan bilgisi boyutundan aldıkları puanlar arasında son-test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $F(1-68=12,46; p<0.05; \eta^2=,15)$ ). Ayrıca testin etki değerinin de büyük olduğu saptanmıştır ( $\eta^2=0,15>,14$ ); TPAB teknolojik pedagojik bilgi boyutundan aldıkları puanlar arasında son-test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $F(1-68=17,17; p<0.05; \eta^2=,20)$ ). Ayrıca testin etki değerinin de büyük olduğu saptanmıştır ( $\eta^2=0,20>,14$ ); TPAB teknolojik alan bilgisi boyutundan aldıkları puanlar arasında son-test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $F(1-68=4,71; p<0.05; \eta^2=,06)$ ). Ayrıca testin etki değerinin de orta büyüklükte olduğu belirlenmiştir ( $\eta^2=0,6\leq,06<,14$ ); TPAB pedagojik alan bilgisi boyutundan aldıkları puanlar arasında son-test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $F(1-68=9,82; p<0.05; \eta^2=,12)$ ). Ayrıca testin etki değerinin de orta büyüklükte olduğu belirlenmiştir ( $\eta^2=0,6\leq,12<,14$ ); TPAB teknolojik pedagojik alan bilgisi boyutundan aldıkları puanlar arasında son-test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $F(1-68=8,74; p<0.05; \eta^2=,11)$ ). Ayrıca testin etki değerinin de orta büyüklükte olduğu belirlenmiştir ( $\eta^2=0,6\leq,12<,14$ ).

#### 4. Sonuç ve Tartışma

TPAB ölçeği boyutlarının ön-test ve son-test puanlarına ilişkin çok değişkenli varyans analizi sonrası elde edilen bulgular neticesinde; dijital öyküleme uygulamalarının, öğretmen adaylarının TPAB’larını geliştirmede olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. TPAB boyutlarına ilişkin ön-test ve son-test puanlarının betimsel analizi sonrası elde edilen bulgular neticesinde; öğretmen adaylarının dijital öyküleme uygulamaları sonrası tüm boyutlar için ortalama puanlarının son-test lehine arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar bir bütün olarak ele alındığında dijital öyküleme uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB’lerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bu sonuç Kayaalp ve diğ. (2022) materyal hazırlama eğitiminin öğretmen adaylarının TPAB’lerini geliştirdiği ve Çağlar’ın (2022) bilgi iletişim teknolojilerinin öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının TPAB ve TPAB alt boyutları gelişimlerine olumlu katkılar sunduğu sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Araştırmanın betimsel analiz sonuçları ile öğretmen adaylarının dijital öyküleme uygulamaları öncesinde orta düzeyde olan TPAB düzeylerinin dijital öyküleme uygulamaları sonrasında iyi düzeye yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda dijital öyküleme uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Kafyulilo, Fisser, Pieters ve Voogt’ın (2015) mikro öğretim uygulamaları esnasında öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamında teknoloji entegrasyonunun matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini araştırdığı sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Kafyulilo ve diğ., (2015) araştırmaları sonucunda matematik öğretmen adaylarının TPAB’lerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmada elde edilen sonuçlar Açıkgül (2017) tarafından Mikro Öğretim Uygulaması ve Oyunlaştırılmış TPAB etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının TPAB yeterliliklerini araştırmayı amaçladığı araştırma sonuçları ile ters düşmektedir. Açıkgül (2017) araştırmasında Mikro Öğretim Uygulaması ve Oyunlaştırılmış TPAB Etkinliklerinin öğretmen adaylarının TPAB düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, Canbazoglu-Bilici (2012)’nin fen bilgisi öğretmen adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) ve TPAB öz-yeterlik düzeylerinin bir eğitim-öğretim yılı boyunca olan değişimlerini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmasına ait sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Canbazoglu-Bilici (2012)’nin elde etmiş olduğu öğretmen adaylarının TPAB’ına yönelik öz-yeterliklerinde artış gözlenmiştir sonucu bu araştırmada elde edilen öğretmen adaylarının dijital öyküleme uygulamaları sonrası TPAB düzeylerinde artış gözlenmiştir sonucu ile benzerlik

göstermektedir. Ayrıca elde edilen bu sonuçlar Kurt (2012) doktora tez çalışmasında TPAB'larının çalışmanın sonunda anlamlı şekilde geliştiği sonucu ile benzerlik göstermektedir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar; Bulut'un (2012) matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini incelediği çalışması, Kaya ve diğerlerinin (2013) bilişim teknolojileri öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini araştırdığı çalışması, Canbazoğlu-Bilici ve Güler (2016)'in orta öğretim öğretmenlerinin TPAB düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışması ve Bal ve Karademir (2013)'in Sosyal bilgiler öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) konusunda öz-değerlendirme seviyelerinin belirlenmesini amaçladığı çalışmasında elde etmiş oldukları sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar; Jang ve Tsai (2012) akıllı tahta kullanan öğretmenlerin TPAB gelişmelerine incelediği araştırması ile, Akyüz ve diğ., (2014) mikro öğretimi uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini incelediği çalışması ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca elde edilen sonuç Archambault ve Crippen (2009) araştırmasında, öğretmenlerin TPAB göre öğretmenlerin pedagoji, alan ve pedagojik alan bilgileri yüksek düzeyde belirlediği sonuçlar ile benzerlik gösterirken, TPAB düzeylerini düşük seviyede belirlediği sonuçları ile ayrılmaktadır.

#### 4.1. Öneriler

- Araştırma sonuçları dijital öyküleme uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB'larına olumlu katkı sağladığı göstermektedir. Bu sonuç doğrultusunda eğitim fakültelerinde eğitim-öğretim faaliyetleri uygulanırken teknoloji entegrasyonunun önemli olduğu göstermektedir. Bu nedenle eğitim öğretim kılavuzuna teknoloji içerikli web araçları gibi dersler eklenmesi önerilmektedir.
- Bu araştırma öğretmen adayları ile sınırlıdır. TPAB ve dijital öykülemeye ilişkin yapılacak araştırmalar öğretmenler ve öğrencilerin birlikte yer aldığı araştırma grubunu içerebilir.
- Bu araştırma Fen Öğretimi 2 dersi ile sınırlı olup araştırmacılar farklı derslerde araştırmalarını yürütebilirler.

#### Etik Beyannameesi

Yukarıdaki çalışmanın yapılmasında Pamukkale Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 68282350/2018/G05 sayılı ve 10.03.2021 tarihli kararı ile etik açıdan bir sakınca olmadığı belirtilmiştir. Etik kurulu onayı ek dosyalara eklenmiştir.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Çıkar çatışması beyanı, bu çalışmanın yayınlanmasında hiçbir akademik veya finansal çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

#### Bilgilendirilmiş Onam

Bilgilendirilmiş onam, çalışmanın güvenilirlik bölümündeki analizde katkı sağlayan iki alanında uzman öğretmenden bilgilendirilmiş onam alındığını beyan ederiz.

#### Kaynakça

- Açıkgül, K. (2017). *GeoGebra destekli mikro öğretim uygulaması ve oyunlaştırılmış teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının TPAB düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Akyüz, H. İ., Pektaş, M., Kurnaz, M. A., & Kabataş-Memiş, E. (2014). The effect of smart board centered micro-teaching activities on science teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) and their perceptions towards using smart board. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 3(1), 1-14.

- Albayrak-Sarı, A., Canbazoğlu-Bilici, S., Baran, E., ve Özbay, U. (2016). Farklı branşlardaki öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) yeterlikleri ile bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 6(1), 1-21.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & education*, 52(1), 154-168.
- Archambault, L., & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 71-88.
- Aydın-Gunbatar, S., Boz, Y., & Yerdelen-Damar, S. A. (2017). Closer examination of TPACK-selfefficacy construct: Modeling elementary pre-service science teachers' TPACK-self efficacy. *Elementary Education Online*, 16(3), 917-934.
- Bal, M. S., ve Karademir, N. (2013). Sosyal bilgiler öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) konusunda öz-değerlendirme seviyelerinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 15-32.
- Balcı, A. (2005). *Sosyal bilimlerde araştırma*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Balçın, M. D., & Ergün, A. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının materyal geliştirme konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) öz-yeterlik ölçeği: geliştirme, güvenilirlik ve geçerlik çalışması. *Turkish Journal of*, 5(3), 109-122.
- Balçın, M., & Ergün, A. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sahip oldukları teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) özyeterliklerinin belirlenmesi ve çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (45), 23-47.
- Bayrak, N., & Bayrak, G. (2021). Eğitimde teknoloji kullanımı içerikli hizmet içi eğitim kurslarının öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi özgüvenine etkileri. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1009-1041.
- Berry, J. (2009). Technology support in nursing education: Clickers in the classroom. *Nursing Education Perspectives*, 30(5), 295-298.
- Bilici, S. (2021). *Dijital öykülemenin lise öğrencilerinin akademik başarılarına, eleştirel düşünme eğilimlerine, işbirlikli düzenleme ve hikâye kurgulama becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Blau, I., Peled, Y., & Nusan, A. (2016). Technological, pedagogical and content knowledge in one-to-one classroom: teachers developing "digital wisdom". *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1215-1230.
- Bromberg, N. R., Techatassanasoontorn, A. A., & Andrade, A. D. (2013). Engaging students: Digital storytelling in information systems learning. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 5(1), 1-22.
- Bulut, A. (2012). *Investigating perceptions of preservice mathematics teachers on their technological pedagogical content knowledge (TPACK) regarding geometry*. Unpublished doctoral dissertation, Middle East Technical University. Ankara.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Deneyisel desenler: Öntest-sontest kontrol grubu, desen ve veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.

- Canbazoğlu-Bilici, S. (2012). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi ve öz-yeterlikleri*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Canbazoğlu-Bilici, S., & Güler, Ç. (2016). Ortaöğretim öğretmenlerinin TPAB düzeylerinin öğretim teknolojilerini kullanma durumlarına göre incelenmesi. *İlköğretim Online*, 15(3), 898-921.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L. & Tsai, C. C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Educational Technology & Society*, 13(4), 63-73.
- Chang, Y., Tsai, M. F., & Jang, S. J. (2014). Exploring ICT use and TPACK of secondary science teachers in two contexts. *US-China Education Review*, 4(5), 298-311.
- Çağlar, D. (2022). *Sınıf öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisine yönelik şemalarının belirlenmesi: Kuvveti Tanıyalım örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Trabzon Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dilek, İ. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişiminde mikro öğretimin etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırşehir.
- Elliston, Z. A. (2020). A Position paper on the implementation of learning technology tools: Uncovering faculty perceptions. *International Journal on Studies in Education*, 2(1), 58-65.
- Ergen, B. (2021). *Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ile ilgili yapılan araştırmalar üzerine bir meta-analiz çalışması*. Yayınlanmamış doktora tezi. Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Foley, M. L. (2013). *Digital storytelling in primary-grade classrooms*. Unpublished doctoral dissertation. Arizona State University, Phoenix.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2020). *Preparing for life in a digital world*: Amsterdam, The Netherlands: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38781-5>.
- Frazel, M. (2010). *Digital storytelling: guide for educators*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education (ISTE). Retrieved from <http://www.iste.org/images/excerpts/digsto-excerpt.pdf>
- Frolova, E. V., Ryabova, T. M., & Rogach, O. V. (2019). Digital technologies in education: problems and prospects for" moscow electronic school" project implementation. *European Journal of Contemporary Education*, 8(4), 779-789.
- Göçen-Kabaran, G., & Uşun, S. (2021). Dijital materyal tasarımı yeterlikleri ölçeği (DMTYÖ): Bir ölçek geliştirme çalışması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11, 2, 281-307.
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St. Clair, L. & Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the tpack confidence of inservice science teachers. *TechTrends*, 53, 70-79.
- Gündüz, R. (2018). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi ve özgüven düzeylerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Gürsoy, G. (2021). Digital storytelling: Developing 21st century skills in science education. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 97-113.
- Haydn, T. A. & Barton, R. (2007). Common needs and different agendas: How trainee teachers make progress in their ability to use ict in subject teaching. some lessons from the UK. *Computers & Education*, 49(4), 1018-1036.

- Hietajärvi, L., Maksniemi, E., & Salmela-Aro, K. (2022). Digital engagement and academic functioning: A developmental-contextual approach. *European Psychologist*, 27(2), 102.
- Hur, J. W., Cullen, T., & Brush, T. (2010). Teaching for application: A model for assisting preservice teachers with technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18, 161-182.
- Jakes, D. 2006. *Standards-proof your digital storytelling efforts*. Retrieved from <http://www.techlearning.com/story/showArticle.jhtml?articleID=180204072>.
- Jang, S. J., & Tsai, M. F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*, 59(2), 327-338.
- Jang, S. J., & Tsai, M. F. (2013). Exploring the TPACK of taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 566-580.
- Kafyulilo, A., Fisser, P., Pieters, J., & Voogt, J. (2015). ICT use in science and mathematics teacher education in Tanzania: Developing technological pedagogical content knowledge. *Australasian Journal Of Educational Technology*, 31(4), 381-394.
- Karakoyun, F. (2014). *Çevrimiçi ortamda oluşturulan dijital öyküleme etkinliklerine ilişkin öğretmen adayları ve ilköğretim öğrencilerinin görüşlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karataş, F. I. (2014). *An examination of in-service secondary mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge and their technology integration self-efficacy*. Unpublished master's thesis. Boğaziçi University, Graduate Program in Secondary School Science and Mathematics Education, İstanbul.
- Kaya, O. N., Şekerci, M., Özden, M., Türkoğlu, İ., Emre, İ., Bahşi, M., ve Özdemir, T. Y. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisinin ve sınıf içi öğretim becerilerinin araştırılması ve geliştirilmesi*. Tubitak-Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Grubu Projesi-1001.(Proje No: 109K541).
- Kayaalp, F., Gökbulut, B., Meral, E., & Namlı, Z. B. (2022). The effect of digital material preparation training on technological pedagogical content knowledge self-confidence of pre-service social studies teachers. *Journal of Theoretical Educational Science*, 15(3), 475-503.
- Kılıç, A. (2011). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının elektrik akımı konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgilerinin ve sınıf içi uygulamalarının araştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kılıç, A., Aydemir, S., ve Kazanç, S. (2019). Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) temelli harmanlanmış öğrenme ortamının fen bilimleri öğretmen adaylarının TPAB ve sınıf içi uygulama becerilerine etkisi. *İlköğretim Online*, 18(3), 1208-1232.
- Kırındı, T., ve Durmuş, G. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 1340-1375.
- Kinuthia, W., Brantley-Dias, L. & Junor-Clark, P. (2010). Development of pedagogical technology integration content knowledge in preparing mathematics preservice teachers: The role of case analyses and reflection. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18, 645-669.
- Koehler, M.J. & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152.

- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2013). Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: A structural equation modeling approach. *Instructional Science*, 41(4), 793-809.
- Kukul, V. (2022). Evaluation of digital storytelling in terms of pre-service ICT teachers' perceived TPACK levels and teaching proficiency self-efficacy levels: A mixed-method study. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 5(3), 411-422.
- Kulaksız, S. (2020). *Fen bilgisi öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisini etkileyen bağlamsal faktörlere yönelik bir model önerisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurt, A. A. (2012). Eğitimde teknoloji entegrasyonuna kavramsal ve kuramsal bakış. I. K. Yurdakul (Ed.), *Teknopedagojik eğitime dayalı öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı içinde* (s. 1-38). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Lantz, J. L., Myers, J., & Wilson, R. (2020). Digital storytelling and young children: Transforming learning through creative use of technology. In *Handbook of Research on Integrating Digital Technology With Literacy Pedagogies* (pp. 212-231). IGI Global.
- Lazar, I., Panisoara, G., & Panisoara, I. O. (2020). Adoption of digital storytelling tool in natural sciences and technology education by pre-service teachers using the technology acceptance model. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 429-453.
- Liu, S. H. (2012). A multivariate model of factors influencing technology use by preservice teachers during practice teaching. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(4), 137-149.
- Lowder, L. (2013). *Building Technological, Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Among Pre-service Teachers In a Science Methods Course* (pp. 1755-1760). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden erişilmiştir.
- Mishra, P. (2019). Considering contextual knowledge: The TPACK diagram gets an upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76-78.
- Muir-Herzig, R. G. (2004). Technology and it's impact in the classroom. *Computers & Education*, 42(2), 111-131.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509-523.
- Rahiem, M. D. (2021). Remaining motivated despite the limitations: University students' learning propensity during the COVID-19 pandemic. *Children and youth services review*, 120, 105802.
- Rahmadi, I. F. (2019). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*, 6(1), 65.
- Robin, B. (2006). The educational uses of digital storytelling. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 709-716.
- Robin, R. B. (2008a). Digital storytelling: A powerful technology tool for the 21st century classroom. *Theory Into Practice*, 47, 220-228.
- Robin, R. B. (2008b). The effective uses of digital storytelling as a teaching and learning tool, Flood, J., Healt, BS, Lapp, D.(Edited). *Research on Teaching Literacy Thruht The Communicative And Visual Art within* (429-440), 2.

- Sagri, M., Sofos, F., & Mouzaki, D. (2019). Digital Storytelling, comics and new technologies in education: review, research and perspectives. *International Education Journal: Comparative Perspectives*, 17(4), 97-112.
- Sakin, A. N., & Yıldırım, H. İ. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi öz yeterlik inanç düzeyleri üzerine bir araştırma. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(2), 1111-1140.
- Sancar-Tokmak H., Yanpar-Yelken, T., & Yavuz-Konokman, G. (2013). Pre-service teachers' perceptions on development of their IMD competencies through TPACK-based activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(2), 243-256.
- Sancar-Tokmak, H., Surmeli, H., & Ozgelen, S. (2014). Preservice science teachers' perceptions of their tpack development after creating digital stories. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 247-264.
- Schmid, M., Brianza, E., & Petko, D. (2021). Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. *Computers in Human Behavior*, 115, 106586.
- Seward, T. P., & Nguyen, H. T. (2019). The Digital Imperative in the 21st century classroom: rethinking the teacher-learner dynamic. *Issues in Teacher Education*, 28(1), 80-98.
- Shatri, Z. G. (2020). Advantages and disadvantages of using information technology in learning process of students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 420-428.
- Singh, M. (2021). Acquisition of 21st century skills through STEAM education. *Academia Letters*, 2, 712.
- Şad, S. N., Açıkgül, K., & Delican, K. (2015). Senior pre-service teachers' senses of efficacy on their technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Journal of Theoretical Educational Science*, 8(2), 204-235.
- Şahin, I. (2011). Development of survey of technological pedagogical and content knowledge (TPACK). *Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 10(1), 97-105.
- Taşar, M. F. & Timur, B. (2010). Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service science teachers through microteaching via inquiry based interactive physics computer animations. *GIREP-ICPE-MPTL Conference*, 22-29.
- Timur, B., & Taşar, M. F., (2021). Investigation of technology-assisted teaching instructions on pre-service teachers' self-confidence and self-efficacy beliefs about using computer in science teaching. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 15(36), 1-14.
- Tosuntaş, Ş. B., Çubukçu, Z., & İnci, T. (2019). A holistic view to barriers to technology integration in education. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 10(4), 439-461.
- Tseng, JJ, Chai, CS, Tan, L. ve Park, M. (2022). Dil öğretiminde teknolojik pedagojik ve içerik bilgisi (TPAB) üzerine yapılan araştırmaların eleştirel bir incelemesi. *Bilgisayar Destekli Dil Öğrenimi*, 35 (4), 948-971.
- Wen, H., & Shinas, V. H. (2020). Using a multidimensional approach to examine TPACK among teacher candidates. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 37(1), 30-47.
- Yamaç, A. (2015). *İlkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin yazma becerilerinin gelişiminde dijital hikâyelerin etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.