

Matematik Öğretmeni Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Gelişimini Amaçlayan Bir Öğretim Deneyi¹

Makale geçmişi

Makale geliş tarihi: 21 Şubat 2017

Yayına kabul tarihi: 29 Temmuz 2017

Çevrimiçi yayın tarihi: 3 Ağustos 2017

Melike Yiğit Koyunkaya² 

Öz: Bu çalışmanın temel amacı, ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgi (TPAB) düzeylerinin ve gelişimlerinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, bu çalışma bir ders kapsamında öğretim deneyi yöntemi kullanılarak tasarlanmıştır. Çalışmanın katılımcıları, bir devlet üniversitesinin Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 28 tane 4. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmada, nitel araştırma paradigması benimsenerek öğretim deneyi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kullanılarak 16 hafta boyunca haftada 4 saat olmak üzere öğretmen adaylarına teknolojinin matematik eğitimine entegre edilmesi, çeşitli matematik/geometri yazılımlarının kullanılması, eğitimde kullanılan interaktif uygulamalar, web siteleri ve çeşitli teknolojik uygulamalar tanıtılmış ve çalışmanın verileri toplanarak, içerik ve doküman analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları, uygulanan öğretim ile öğretmen adaylarının teknoloji bilgilerinin, teknolojik pedagoji bilgilerinin, teknolojik alan bilgilerinin ve TPAB düzeylerinin geliştiğini göstermektedir. Tasarladıkları etkinlikler ve ders planları ve yazdıkları haftalık yansımalar ve serbest yazılar incelendiğinde, öğretmen adaylarının matematik öğrenmeyi ve öğretmeyi kolaylaştırmak ve daha faydalı hale getirmek için teknolojiyi nerede ve nasıl kullanacaklarına dair becerilerinin geliştiği görülmüştür. Bu bağlamda, eğitim fakültelerindeki öğretmen yetiştirme programlarına teknoloji entegre edilmiş veya teknoloji tabanlı derslerin eklenmesinin veya bu derslerin içeriklerinin geliştirilerek artırılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik pedagojik alan bilgisi, öğretim deneyi yöntemi, matematik eğitiminde teknoloji kullanımı

DOI: [10.16949/turkbilmat.293220](https://doi.org/10.16949/turkbilmat.293220)

Abstract: The main purpose of this study was to examine pre-service secondary mathematics teachers' (PSMTs) levels and development of technological, pedagogical and content knowledge (TPACK). In line with this purpose, this study was designed to use teaching experiment methodology within a course. The participants of the study were 28 fourth grade PSMTs. The qualitative research paradigm was adopted and the the teaching experiment methodology was used in the study. By using this method, PSMTs were taught about how to integrate technology into mathematics education, how to use various mathematics and geometry dynamic software, interactive applications that are used in mathematics education, various websites and technological tools related to education during 16 weeks and four hours in each week. The data was collected during the experiment, and analyzed by using content analysis and document analysis methods. The results show that PSMTs' technological knowledge, technological pedagogical knowledge, technological content knowledge and TPACK levels were developed by applying the teaching experiment methodology. Particularly, when the activities they designed, lesson plans, reflections and free writings were examined in detail, it was observed that PSMTs' skills about how to integrate technology in order to ease the learning and teaching of mathematics and utilizing it were developed. Within this context, it is thought that technology integrated courses or technology based courses should be embedded or the context of these courses were developed in the teacher education programs.

Keywords: Technological pedagogical content knowledge, teaching experiment methodology, using technology in mathematics education

[See Extended Abstract](#)

¹ Bu çalışma 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildirden türetilmiştir.

² Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi, İzmir, Türkiye, melike.koyunkaya@deu.edu.tr

1. Giriş

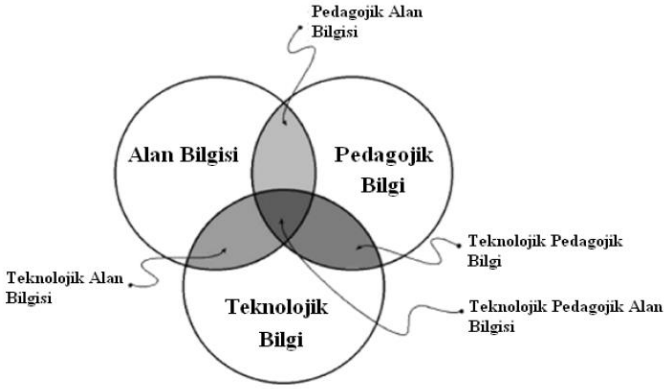
Teknoloji çağı olarak adlandırılan günümüzde, yapılan çalışmalarda, matematik öğrenimi ve öğretiminde teknolojinin ve teknolojik araçların kullanılması ve bu araçların eğitim-öğretim sürecine entegre edilmesi ile sadece öğrencilerin değil öğretmenlerin de öğrenmeyi ve öğretmeyi kolaylaştıracak farklı kazanımlar ve beceriler elde edebileceği vurgulanmaktadır (De Villiers, 1998; Hollebrands, 2007; Laborde, 2001). Özellikle, matematik öğretmenleri derslerinde teknolojik ortamlar/araçlar yardımıyla, çeşitli matematik etkinlik uygulamaları yaparak öğrencilerine farklı matematiksel beceriler kazandırabilir ve böylece yeni öğrenme fırsatları sağlayabilirler (Hollebrands, 2007). Bu alanda yapılan çalışmalar, özellikle dinamik matematik/geometri yazılımlarının kullanılmasının, öğrencilerin matematiği daha kolay anlamalarına destek olduğunu (Hollebrands, 2007; Laborde, 2001) ve matematiksel modelleme, somutlaştırma, keşfetme gibi becerilerinin gelişimini desteklediğini (De Villiers, 1998) göstermektedir.

Teknolojik gelişmelerinin eğitim alanındaki olumlu etkileri göz önünde bulundurulduğunda, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının pedagojik ve alan bilgilerinin yanı sıra, teknolojiyi doğru ve faydalı bir şekilde kullanmaları için teknoloji bilgilerinin de gelişmesi beklenmektedir. Bu beklenti, eğitim fakültelerindeki derslere teknolojinin entegre edilmesiyle ve teknoloji destekli ders modelleri uygulanmasıyla karşılanabilir (Akkoç, 2012, 2013; Akyüz, 2016; Bowers & Stephens, 2011; Koehler & Mishra, 2008). Buradan hareketle, bu çalışmanın temel amacı, ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının var olan teknoloji bilgileri (TB), teknolojik pedagoji bilgileri (TPB), teknolojik alan bilgileri (TAB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) düzeylerini ve bu bilgi düzeylerinin gelişimini incelemektir. Öğretmen adaylarının var olan bilgi düzeyleri ve bu düzeylerin gelişimleri incelenirken, bir dönem boyunca bir ders kapsamında tasarlanan bir öğretim deneyi yönteminin içeriği paylaşılacak ve bu yöntemin faydaları ve etkililiği tartışılacaktır.

1.1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi

Bundan birkaç asır önce, öğretmenlerin sadece öğrettikleri sınıf seviyesinin gerektirdiği kadar bilgiyi bilmeleri yeterliyken, teknoloji ve öğretmen yetiştirme programlarındaki gelişmelerle beraber, öğretmenlerin bilmesi gerekenler konusundaki inançlar tamamıyla değişmiştir (Niess, 2008). Örnek olarak, Shulman (1986) "Öğretmenler ne öğreteceklerine nasıl karar verir, bunu nasıl sunarlar, öğrencilere bunu nasıl sorarlar ve öğrencilerin herhangi bir konu karşısındaki yanlış anlama problemini nasıl çözerler?" sorusunun cevabını merak etmiştir (s. 8). Buradan hareketle Shulman (1986) Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) olarak adlandırılan teorik çerçeveyi tasarlamıştır. PAB, Alan Bilgisi (AB) ve Pedagojik Bilgi (PB) ile bu iki bilgi türünün kesişiminden oluşmaktadır. PAB, "Bir alanda devamlı olarak öğretilen konular için, fikirlerin en kullanışlı gösterimi, en etkili benzetmeler, örnekler, ve açıklamalar – daha öz bir ifadeyle konuyu başkalarının anlaması için en kullanışlı şekillerde gösterebilme ve açıklayabilme bilgisi" (Shulman, 1986, s. 9) olarak tanımlanmaktadır. 2006 yılında öğretmen yetiştirmede teknolojinin yeri ve önemini vurgulamak amacıyla, Mishra ve Koehler (2006) PAB üzerine inşa ettikleri 'Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi' (TPAB) olarak

adlandırılan teorik bir çerçeve oluşturmuşlardır. Bu fikrin görsel olarak ifadesi, Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. TPAB Kavramsal Çerçevesi ve Alt Bileşenler (Koehler & Mishra, 2009)

TPAB, üç alan bilgisine (Teknoloji Bilgisi (TB), PB, AB) sahip olmanın yanı sıra bu bilgi türlerinin ikili (PAB, Teknolojik Alan Bilgisi (TAB), Teknolojik Pedagoji Bilgisi (TPB)) ve üçlü kesişimlerini (TPAB) içeren bir yapıdır (Koehler & Mishra, 2008, 2009; Mishra & Koehler, 2006). Mishra ve Koehler (2006) teknoloji bilgisini “kitap, tebeşir, tahta gibi standart teknoloji hakkında bilgiler ve internet, dijital video gibi daha gelişmiş teknolojiler hakkındaki bilgiler” olarak tanımlamışlardır (s. 1027). TAB, teknoloji ve alan bilgilerinin hem birbirini etkilediği hemde kısıtladığı bir bilgi türü olarak tanımlanmıştır (Mishra & Koehler, 2006; Harris, Mishra & Koehler, 2009). TPB ise, öğrenme ve öğretmenin belirli ve etkili teknolojiler kullanarak nasıl değişeceğini bilmeyi ve bunu anlamayı gerektirir (Mishra & Koehler, 2006). Son olarak, TPAB tüm bu bilgilerin kesişimidir, yani bilgiyi anlamayı bilmeyi, farklı temsillerle ilişkilendirmeyi pedagojik teknikleri, verilen konunun seviyesini ve teknolojinin öğrencilere nasıl yardımcı olacağını ve öğrenmelerini ne yönde etkileyeceğini bilmeyi gerektirir (Harris ve ark., 2009). Ayrıca, TPAB, öğretmenlerin AB, PB, ve TB arasındaki ilişkiyi yorumlama kabiliyetine sahip olmasını ve bu ilişkiyi öğretimlerine yansıtmasını gerektirir. Bu yorumlama kabiliyeti öğretmenlerin ilgili alanı öğretirken uygun pedagojik ve teknolojik stratejiler kullanmasına olanak sağlamaktadır (Schmidt ve ark., 2009).

TPAB teorik çerçevesinden yola çıkılarak, fen (Jimoyiannis, 2010) ve matematik (Bowers & Stephens, 2011) eğitimi gibi farklı disiplin alanlarında kullanılabilecek özgün teorik çerçeveler ortaya koyulmuştur. Matematik eğitimi alanına özgün olarak, Bowers ve Stephens (2011) tasarladıkları bir matematik eğitimi dersinde matematik öğretmeni adaylarının TPAB düzeyini yorumlayabilmek için, Mishra ve Koehler (2006) tarafından

geliştirilen TPAB çerçevesinden yola çıkarak yeni bir teorik çerçeve ortaya koymuştur. Bu çerçeveyi geliştirirken araştırmacılar, öğretmen adaylarını TPAB çerçevesi hakkında bilgilendirmiş ve TPAB hakkında çeşitli çalışmalar sunmuşlardır. Akabinde öğretmen adaylarının TPAB hakkındaki düşüncelerini paylaşabilecekleri öncelikle web temelli ardından da yüzyüze tartışma ortamları yaratarak teorik çerçevenin son halini vermişlerdir. Bu çerçevede, TPAB çerçevesinin beş bileşenine (AB, TB, TAB, TPB ve TPAB) odaklanmışlardır. Bowers ve Stephens (2011) bu çerçevede yer alan bilgi türlerinin içerik tanımlarını belirlerken, genel olarak teknoloji kullanımı ve entegrasyonu kısmını sadece tek bir geometri yazılımının (Geometer's Sketchpad) kullanımına ve bu yazılımın matematik eğitime entegresine dayanarak vermişlerdir. Bowers ve Stephens'in (2011) teorik çerçevesi geliştirirken sadece tek bir dinamik matematik yazılımını matematik eğitime entegresini ele alarak, öğretmen adayları ile web tabanlı bir tartışma ortamı kullanmış olmasından dolayı bu çalışmada Bowers ve Stephens'in (2011) teorik çerçevesi direkt olarak kullanılmamıştır. Bu çalışmada uygulanan öğretim deneyi yönteminde matematik eğitiminde kullanılabilir bir denge teknoloji ve teknolojik aracının kullanılmasına dair bir eğitim verildiğinden dolayı, Bowers ve Stephens'in (2011) teorik çerçevesi ve TPAB çerçevesi (Mishra & Koehler, 2006) göz önünde bulundurularak yeni bir çerçeve tasarlanmıştır. Planlanan öğretim deneyinin temelini oluşturan bu çerçeve, öğretim deneyi ile beraber bir uzmanın görüşüne sunulmuş ve son hali Tablo 1'de verilmiştir. Bu tabloda değerlendirilen verilerin tümünde matematiksel ve teknolojik bilgi türleri incelendiğinden sadece TB, TAB, TPB ve TPAB bilgi türlerine yer verilmiştir. Bu tabloda değerlendirilen verilerin tümünde matematiksel ve teknolojik bilgi türleri incelendiğinden sadece TB, TAB, TPB ve TPAB bilgi türlerine yer verilmiştir.

Tablo 1. TPAB'ı ölçme amaçlı uyarlanan çerçeve

Bilgi Türü	Açıklama
Teknolojik Bilgi (TB)	<ul style="list-style-type: none"> Standart ve gelişmiş teknolojiler ve teknolojik araçların (internet, yazılımlar, web siteleri, dijital videolar vb.) kullanılması hakkındaki bilgiler (örn: Bir dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra'yi kullanarak bir matematiksel şeklin çizilmesi)
Teknolojik Alan Bilgisi (TAB)	<ul style="list-style-type: none"> Yapılan matematiksel uygulamaların (konu anlatımı, etkinlik, oyun, şekil çizme vb.), teknolojik araçların özelliklerini kullanarak ve bu özellikleri göz önünde bulundurularak ve kullanarak matematiksel bilgiyi gözlemleyecek, oluşturacak, doğrulayacak ve/veya güçlendirecek yapıda olmaları Yapılan uygulamaların sadece teknolojik araçların özellikleri yardımıyla değil matematiksel özellikler ve terimler kullanılarak adım adım oluşturulması
Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB)	<ul style="list-style-type: none"> Teknolojinin ve teknolojik araçların matematik öğretimi nasıl değiştireceğini bilme, anlama ve kullanma becerisinin oluşturulması Teknoloji ve teknolojik araçlardan faydalanarak matematik öğretiminin pedagojik öğeler içermesi (öğrencilerden düşüncelerinin paylaşımlarının istenmesi, farklı çözümler istenmesi, çizimlerinin yönlendirilmesi vb.)

Tablo 1'in devamı

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB)	<ul style="list-style-type: none"> • AB, PB, TB, PAB, TPB, ve TAB'nin kesişimi olarak teknolojiyi ve teknolojik araçları ve uygun pedagojik teknikler kullanarak matematiksel bilginin keşfedilmesini ve öğrenilmesini sağlaması • Verilen konunun seviyesine göre uygun pedagojik tekniklerin ve bilgilerin, kullanılacak teknolojik araçların öğrencilere nasıl yardımcı olacağını ve ne yönde etkileyeceğini bilmesi • Öğrencileri teknolojinin sağladığı faydaları kullanarak verilmek istenen matematiksel bilgiyi açıklamalar yaparak ve sorgulayarak doğrulamalarının sağlanması
---	--

1.2. TPAB'a Yönelik Yapılan Araştırmalar

Ulusal ve uluslararası alan yazını incelendiğinde farklı branşlardaki öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının TPAB'larını ölçmek, incelemek ve geliştirmek amacıyla yapılmış birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Çalışmaların büyük bir bölümü TPAB'a yönelik, farklı branşlarda görev yapan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknolojik, pedagojik ve alan bilgileri konusundaki eğilimlerinin belirlenmesi için yapılmıştır (Agyei & Voogt, 2012; Bal ve Karademir, 2013; Canbazoğlu-Bilici, 2012; Demir ve Bozkurt, 2011; Kabakçı-Yurdakul, 2011; Schmidt ve ark., 2009). Bazı çalışmalarda ise daha detaylı bir araştırma yoluna gidilmiş ve öğretmen adaylarının TPAB'larının alt bilgi türlerinin nasıl geliştirilebileceği araştırılmıştır (Akyüz, 2016; Bowers & Stephens, 2011, Ozgun-Koca, Meagher & Edwards, 2010). Bazı çalışmalarda da öğretmenler ve öğretmen adaylarına yönelik yapılmış olan TPAB ile ilgili ulusal veya uluslararası çalışmalar taranmış ve alanyazını inceleme çalışmaları yapılmıştır (Baran ve Canbazoğlu-Bilici, 2015; Dikmen ve Demirel, 2013; Gür & Karamete, 2015; Kaleli-Yılmaz, 2015; Voogt ve ark., 2013; Wu, 2013; Yalçın & Yayla, 2016; Yigit, 2014). Alan yazında TPAB'a yönelik ölçek/anket geliştirme (Canbazoğlu-Bilici, Yamak, Kavak ve Guzey, 2013; Schmidt ve ark., 2009) ve TPAB ölçeğinin/anketinin Türkçe'ye uyarlama çalışmalarına da (Dikkartin-Övez ve Akyüz, 2013; Hacıömeroğlu, Şahin & Arcagök, 2014; Kaya & Dağ, 2013) oldukça fazla rastlanmaktadır.

Yapılan araştırmalarda, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonu bilgisine sahip olmaları gerekliliği savunulurken (Baran ve Canbazoğlu-Bilici, 2015), teknoloji entegrasyonunun öğretime yansımada bazı temel sorunlar yaşanıldığına değinilmektedir. Bu sorunlar, eğitimcilerin teknolojiyi kullanarak öğretim yapması yerine teknolojik aracın kullanımını öğretmelerinden, teknolojiyi PAB'dan bağımsız olarak ele almalarından, teknolojiyi kullanmaya dair sadece araç kullanımına ve genel çözüme odaklanmalarından ve teknoloji entegrasyonu bilgisinin karşısına alınmasından kaynaklanmaktadır (Mishra & Koehler, 2006). Dolayısıyla, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına teknolojinin nasıl kullanılması gerektiği, öğretilen konuya uygun olarak ve pedagojik stratejiler ile birleştirilerek kendi branşlarına nasıl entegre edilebileceği öğretilmelidir. Bu noktada, öğretmen yetiştirme

programlarının içeriği, öğretmen adaylarının teknolojiyi kendi alanlarındaki derslerine entegre edebilmelerinde önemli rol oynamaktadır (Hofer & Grandgenett, 2012). Teknoloji entegrasyonu bilgisinin öğretmenlere kazandırmanın bir yolu da, eğitim fakültelerindeki öğretim üyelerinin teknolojiyi kendi derslerine entegre etmeleri ve teknoloji destekli/tabanlı alan dersleri vermeleridir (Akkoc, 2012; Ozgun-Koca ve ark., 2010).

Ülkemizde eğitim fakültelerinin öğretmen yetiştirme programlarında yer alan ‘Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme’, ‘Bilişim Teknolojileri’, ‘Teknoloji Destekli Matematik/Fen/Türkçe Öğretimi’ ve benzeri dersler ile öğretmen adaylarının derslerine teknolojiyi entegre etmeleri konusunda bilgilendirilmeleri amaçlanmaktadır. Fakat ders saati sayısı ve içerikleri incelendiğinde, bu derslerin öğretmen yetiştirme programlarında yetersiz kaldığı görülmektedir (Canbazoglu-Bilici ve ark., 2013). Dolayısıyla, öğretmen yetiştirme programları kapsamındaki alana özgü derslerde, öğretmen adaylarına alana özgü teknolojiyi nasıl kullanabilecekleri konusunda kapsamlı bir ders veya eğitim modülünün geliştirilmesi gereklidir (Ozgun-Koca ve ark., 2010). Buradan hareketle, teknolojinin matematik eğitime entegre edilmesi, teknoloji destekli derslerin oluşturulması ve uygulanması öğretmen yetiştirme programları açısından kayda değer bir önem taşımaktadır (Akyüz, 2016). Ayrıca, Kaleli-Yılmaz (2015) TPAB alanında yapılacak çalışmaların, ölçme/anket geliştirme ve/veya uyarlamaya ve mevcut TPAB düzeylerini ölçmeye yönelik olması yerine öğretim uygulamalarını temel alan incelemeler olmasını gerekliliğinin altını çizerek, bu çalışmaların alana daha faydalı olacağını belirtmiştir. Bu çalışmalarda, katılımcıların sürekli desteklenmesi gerektiği, gözlem, mülakat gibi çeşitli veri toplama araçlarının kullanıldığı uzun süreli çalışmaların yapılmasının yararlı olacağını düşünülmektedir (Kaleli-Yılmaz, 2015). Buradan hareketle, yapılan bu çalışmanın temel amacı ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının bir ders kapsamında tasarlanan bir öğretim deneyi modeli kapsamında TPAB ve alt bilgi türlerinin ve bunların gelişiminin incelenmesidir.

Kaleli-Yılmaz’ın (2015) önerisine paralel olarak, alan yazınında matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının TPAB’lerinin gelişimini hedefleyen bazı çalışmalara rastlanmaktadır. Örnek olarak, Ozgün-Koca ve arkadaşları (2010) da öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini geliştirmek amaçlı bir ders tasarlamışlar ve bu derste sorgulama temelli öğrenmeyi ele alarak açık uçlu sorulardan yararlanmışlardır. Teknolojik araç olarak, öğretmen adaylarına TI-Nspire olarak adlandırılan bir grafik hesap makinasını kullanmayı öğretmişler ve etkinlikleri bu makinalar ile yapmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak bu şekilde tasarlanan derslerin faydalı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ozgun-Koca ve arkadaşlarına (2010) benzer olarak, Bowers ve Stephens (2011) da çalışmalarında tek bir teknolojik araç (dinamik geometri yazılımı), The Geometer Sketchpad, kullanarak matematik öğretmeni adaylarının TPAB gelişim düzeylerini incelemiş ve çalışmanın sonunda matematik eğitiminde kullanılacak bir çerçeve sunmuşlardır. Haciomeroglu, Bu, Schoen ve Hohenwarter (2011) da TPAB çerçevesini kullanarak bir ders tasarlamışlar ve matematik öğretmeni adaylarının TPAB gelişimlerini incelemişlerdir. Diğer çalışmalara benzer olarak, bu araştırmacılar tek bir teknolojik araç, GeoGebra, kullanarak matematik öğretmeni adaylarının alan, pedagoji ve

teknoloji temelinde öğrenme deneyimlerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra'nın öğrenciler TPAB düzeylerini geliştirmede etkili olduğuna değinmişlerdir. Akyüz (2016) yürüttüğü teknoloji destekli matematik dersinde, uygulanan farklı öğretim yöntemleri ile ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının TPAB düzeylerinin gelişip gelişmediğini incelemiştir. Bu çalışmada kullandığı etkinlikler ve problemlerde, Akyüz (2016) temel geometri konularını ele alarak bir dinamik geometri yazılımında bu etkinlikleri ve problemleri oluşturmuştur. Diğer bir deyişle, Akyüz'ün (2016) çalışmasında teknoloji kullanımı sadece dinamik geometri yazılımı kullanımına dayanmaktadır. Çalışmanın sonunda, Akyüz (2016) problem çözme veya etkinlik temelli öğrenme gibi uygun öğretim yöntemleri ile tasarlanacak teknoloji destekli bir eğitimin TPAB düzeyine etkisi olduğunu göstermiştir.

Akkoç (2013) çalışmasında, TPAB çerçevesinde bir matematik öğretimi dersinin matematik öğretmeni adaylarının fonksiyon ve türev konularına dair TPAB düzeylerinin gelişimi için nasıl tasarlanabileceğini araştırmıştır. Diğer çalışmaların aksine Akkoç (2013) tek bir dinamik matematik/geometri yazılımı (ve/veya teknolojik aracın) değil birden fazla yazılımı (Geogebra, Cabri Geometry, Graphic Calculus, Derive, Logo) öğrencilerine tanıtmıştır, fakat Akkoç'un (2013) çalışmasında kullanılan teknolojik araçlar, dinamik yazılımlar ile sınırlıdır. Çalışmanın sonucunda, Akkoç (2013) belli bir amaç yada kuram doğrultusunda tasarlanan ders ile matematik öğretmeni adaylarının TPAB düzeylerinin geliştirilebileceğini göstermiştir. Akkoç'un (2013) çalışmasına benzer olarak, Karataş, Tunç, Demiray ve Yılmaz (2016) bir ders kapsamında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarına farklı geometri yazılımlarının (Cabri 2D ve 3D, Geogebra, Derive, The Geometer Sketchpad) matematik eğitiminde nasıl kullanılması gerektiğini tanıtmışlar ve bu doğrultuda öğretmen adaylarına TPAB ölçeği, TPAB özgüven ölçeği ve teknoloji kullanımına yönelik algı ölçeği uygulamışlardır. Çalışmanın bulguları, uygulanan öğretim yönteminin öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinde ve özgüvenlerinde olumlu etkilerinin olduğunu fakat teknolojiye dair algılarında bir değişim olmadığını göstermektedir.

Yapılan çalışmaların sonucunda, öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin artırılması için alternatif yollar aranması gerektiği savunulurken (Çalık, 2013), bu alternatif yolların araştırılması için çalışmalar yapılmasının önemine de değinilmiştir (Kaleli-Yılmaz, 2015). Yapılan öneriler doğrultusunda bu çalışmada farklı bir öğretim deneyinin uygulanması gibi alternatif bir yöntem kullanılarak alandaki boşlukların doldurulması hedeflenmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, TPAB teorik çerçevesinin Bowers ve Stephens'in (2011) çalışmasıyla birleştirilerek yeniden uyarlanan bir kavramsal çerçeve oluşturup, Steffe ve Thompson (2000) tarafından geliştirilen öğretim deneyi yöntemi kullanılarak geliştirilen bir ders kapsamında ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının TPAB düzeylerinin gelişiminin ve değişiminin incelenmesidir.

Matematik eğitiminde yapılan çalışmalara bakıldığında, araştırmacıların teknoloji ve teknolojik araç olarak bir veya birden fazla dinamik matematik/geometri yazılımı kullanıp öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin gelişiminin incelendiği görülmektedir. Eğitim uygulamalarında kullanılabilir teknoloji ve teknolojik araçlarının çeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda, matematik eğitime farklı teknoloji entegrasyonlarının yapılarak matematiksel bilginini inşasının güçlendirilebileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda, bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak, farklı bir öğretim deneyi yöntemi kapsamında dinamik matematik/geometri yazılımları, grafik hesap makinaları, interaktif uygulamalar, video temelli öğretim uygulamaları, öğrenme yönetim sistemleri, ve web siteleri gibi farklı teknolojik araçların kullanılması ve matematik eğitime entegre edilmesine dair bir eğitim verilmiş ve öğretmen adaylarının TPAB düzeyleri daha geniş bir perspektife dayanarak incelenmiştir. Ayrıca, daha önce matematik eğitimi alanında TPAB'a yönelik yapılan çalışmalarda genel olarak fonksiyon ve türev gibi (Akkoç, 2013) veya geometri (üçgen, dikdörtgen, çember, katı cisimler) (Akyüz, 2016) konuları gibi tek bir kavrama veya konu alanına odaklanıldığı görülmüştür. Bu araştırmacılar tek bir konu çerçevesinde öğretmen adaylarının TPAB gelişim düzeyleri incelemişlerdir. Fakat yapılan bu çalışmada geometri ve matematik alanlarındaki konuların seçiminde hem araştırmacı, eğitimde kullandığı etkinlik ve örnekler konusunda hemde öğrenciler, geliştirdikleri etkinlik ve ders planlarında serbest bırakılarak bilgi düzeylerinin gelişimi incelenmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada uygulanan yöntem benzer yöntemler kullanarak geliştirilecek bir ders içeriğinin nasıl oluşturulabileceğine dair elde edilen çıkarım ve öneriler, ilgili alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Tasarımı

Bu çalışmada nitel araştırma paradigması benimsenerek Öğretim Deneyi Yöntemi (Teaching Experiment Methodology) kullanılmıştır (Steffe & Thompson, 2000). Öğretim deneyi yönteminin temel amacı, öğrencilerin ilk elden ve dolaysız bir şekilde öğrenmelerini ve akıl yürütmelerini incelemektir. Bu yöntem, araştırmacının öğretimi sürecini tasarladığı, öğretimdeki etkinlikleri organize ettiği, temel olarak keşfedici yapıda olduğu ve öğrencilerdeki bilgi/kavram gelişimini izlemeyi amaçladığı kavramsal bir araçtır. (Steffe & Thomson, 2000). Öğretim deneyi, öğrencilerin matematiksel etkinliklerini keşfetmek ve anlamak için tasarlanmış dinamik bir yöntemdir (Steffe & Thompson, 2000). Bu yöntem, matematik ve fen eğitimindeki araştırmalarda öğrenenin öğrenme düzeyini ve gelişimini açıkça ortaya çıkaracak en uygun yöntemlerden bir tanesidir (Kelly & Lesh, 2000). Bu çalışmada, araştırmacı katılımcılardan gelen dönütlere göre öğretim sürecini tasarlanıp ve öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin gelişiminin incelenmesi amaçlandığı için dinamik bir yöntem olan öğretim deneyi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kullanılarak, benimsenen teorik çerçeve kapsamında, öğretmen adaylarının hem bilgi gelişiminin desteklenmesi amaçlanmakta hem de öğretimde kullanabilecekleri matematiksel etkinlikleri ve uygulamaları teknoloji yardımıyla nasıl geliştirilebilecekleri ve derslerine nasıl entegre edebileceklerini öğretmek de hedeflenmektedir.

2.2. Çalışma Grubu

TPAB'a yönelik yapılan çalışmalar daha çok ilköğretim öğretmen adayları ile yapılırken (Baran ve Canbazoglu-Bilici, 2015), bu çalışmada ortaöğretim matematik öğretmeni adayları ile çalışılmıştır. Araştırmanın katılımcıları 2015-2016 öğretim yılı bahar yarıyılında bir devlet üniversitesinin Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde, araştırmacı tarafından yürütülen "Matematik Yazılımları" dersini almış olan 28 tane (20 kız, 8 erkek) 4. sınıf öğrenciden oluşmaktadır. Öğretmen adayları, Analiz, Soyut Matematik, Lineer Cebir, Geometri gibi teorik matematik derslerinin yanı sıra, Özel Öğretim Yöntemleri, Program Geliştirme, Matematik Dersi Öğretim Programları, Ölçme Değerlendirme, Matematik Eğitiminde Araştırma Yöntemleri gibi eğitim dersleri de almışlardır. Daha önce matematik eğitiminde teknoloji kullanımı ile ilgili bir ders almamışlardır. Aldıkları tek teknoloji dersi standart ofis programlarının öğretildiği Bilgisayar dersidir. Diğer bir deyişle, bu uygulama kapsamında aldıkları ders matematik eğitiminde kullanılacak teknolojileri ve teknoloji entegrasyonunu öğrenebilecekleri ilk derstir. Ayrıca, öğretmen adaylarının devam ettikleri program 5 yıllık bir program olduğundan dolayı, okul deneyimi ve öğretmenlik uygulamaları derslerini de henüz almamışlardır.

2.3. Veri Toplama Araçları ve Analizi

Kaya ve Kaya (2013) öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının TPAB düzeylerini ortaya çıkarmak için araştırmacıların mülakat, gözlem, ders planı gibi çoklu veri araçları kullanması gerektiğini savunmuştur. Bu çalışmada farklı veri grupları nitel araştırma yöntemine uygun olarak toplanmıştır (bkz. Tablo 2). Çalışma öncesinde öğretmen adaylarından, teknolojinin matematik eğitimindeki yeri ve önemine ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmak için "Teknoloji matematik derslerine entegre edilmeli midir?" ve "Nasıl entegre edilebilir?" gibi açık uçlu soruları cevaplayabilecekleri bir serbest yazma yapmaları istenmiştir. Aynı veri toplama araçları uygulama sonunda da uygulanarak, öğretmen adaylarının düşüncelerindeki değişme/gelişme incelenmiştir. Bu veriyi toplamadaki temel amaç, uygulanan öğretim deneyi yönteminin öğretmen adaylarının teknoloji konusundaki düşüncelerine ve TPAB düzeylerinin gelişimlerine etkisini incelemektir. Bu veri toplama araçlarına ek olarak, uygulama sonrasında ders hakkındaki olumlu/olumsuz görüşlerini, dersin kendilerine katkılarını içeren serbest yazılar da yazmaları istenmiştir. Bu serbest yazılarda ayrıca ders süresince teknoloji bilgilerindeki ve teknolojinin matematik eğitiminde nasıl kullanacağına dair bilgilerindeki değişim/artış ile ders süresince öğrendikleri bilgileri meslek hayatlarında kullanıp kullan(a)mayacakları hakkındaki görüşlerini de açıklamaları istenmiştir. Serbest yazılardaki açık uçlu sorular benimsenen çerçeve ışığında tasarlanmıştır. Özellikle, öğretmen adaylarının TB, TAB, TPB, ve TPAB'larını ve bu bilgi türlerini uygulamaya aktarabilme becerileri hakkındaki düşüncelerini açıklayabilecekleri sorulara yer verilmiştir. Sorular uzman bir matematik eğitimcisi ile tartışılmış gerekli olduğu durumlarda düzenlemeler yapılmıştır. Çalışmanın ikinci veri grubu da, her bir öğretmen adayı tarafından GeoGebra yazılımı kullanılarak

geliştirilen bir adet bireysel etkinlik ve grup olarak (2 kişilik) geliştirilen bir adet grup etkinliğinden oluşmaktadır. Bu verilerin toplanmasındaki temel amaç, öğretmen adaylarının bir teknolojik aracı kullanarak gelişen/değişen TB, TAB, TPB, ve TPAB düzeylerini incelerken, bunu öğretime nasıl entegre edebildiklerini saptamaktır. Ayrıca, öğretim deneyinin etkilerini ölçmek ve öğretmen adaylarının eğitim sonundaki TPAB'lerini incelemek amaçlı, katılımcılardan 2'şer kişilik gruplar halinde, seçtikleri bir konuda öğretim programındaki kazanımlara uygun olarak teknoloji (dinamik matematik/geometri yazılımları, interaktif uygulamalar, web-destekli etkinlikler, videolar, teknolojik araçlar vb.) entegre edilmiş bir ders planı hazırlamaları istenmiştir. Ayrıca, her hafta öğretmen adaylarından o haftaki uygulamaya dair olumlu/olumsuz görüşlerini, okudukları makalelerin kendilerine katkıları, varsa ödevler hakkındaki düşüncelerini içeren haftalık yansımalarını yazmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarından gelen dönütlere göre, öğretim deneyinin içeriği gerekli olduğu durumlarda değiştirilmiştir/geliştirilmiştir. Örneğin bazı haftalarda öğretmen adayları, yapılan etkinliklerin tasarlanmasında veya bu etkinlikler yoluyla matematiksel bilginin inşa edilmesinde kavram karmaşaları yaşamışlardır. Bu gibi durumlarda tasarlanan etkinlik adım adım temele inilerek tekrar yapılmıştır. Örnek olarak, Pisagor teoreminin inşasında dinamik matematik yazılımları kullanarak teoremi ispatlayabileceğimiz birden fazla yol vardır. Yapılan ilk etkinlik sırasında sınıfta kavram yanlışları olduğu gözlemlenmiştir. Bu teoremin ispatı, çember ve karenin özelliklerinden yararlanılarak tekrar yapılmıştır. Veya, web-destekli ve interaktif uygulamalardaki bazı etkinliklerin derse nasıl entegre edileceği konusunda öğretmen adaylarının soruları olduğu gözlemlenmiştir. Bir sonraki hafta bu uygulamalara detaylı olarak yeniden yer verilmiş ve öğretmen adaylarının soruları cevaplanmıştır. Haftalık görüşlerde yazılan dönütlerin yanı sıra, ders dışı ortamda tasarlanan öğrenme yönetim sisteminde çevrimiçi tartışma ortamları açılarak öğretmen adaylarının sorularının olduğu noktalar ve kavrama dair sorunları saptanarak öğretim deneyinin içeriğinde gerektiği durumlarda değişiklikler yapılmıştır. Buradaki temel amaç öğretmen adaylarının teknolojiyi matematik eğitime doğru biçimde entegre etmelerini ve soru(n)larını çözümlenerek kavrama dair doğru bilgi inşa etmelerini sağlamak ve en etkili öğretimi vermektir.

Tablo 2. Veri toplama araçları

Veri Toplama Aracı	Uygulandığı Dönem
Serbest Yazılar (Açık Uçlu Sorulardan Oluşmaktadır)	<ul style="list-style-type: none"> • Çalışma Öncesinde • Çalışma Sonrasında (16 haftalık öğretimin sonunda)
Serbest Yazılar (Açık Uçlu Sorulardan Oluşmaktadır)	<ul style="list-style-type: none"> • Çalışma Sonrasında (Uygulanan Yöntem Hakkındaki Düşünceleri İncelemek Amaçlı)
GeoGebra Etkinlikleri	<ul style="list-style-type: none"> • Bireysel (8. Haftanın Sonunda) • Grup (9. Haftanın Sonunda)
Ders Planları	<ul style="list-style-type: none"> • Çalışma Sonrasında (16 haftalık öğretimin sonunda)
Haftalık Yansımalar	<ul style="list-style-type: none"> • Öğretim boyunca her hafta

Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında yazmış oldukları serbest yazılar, haftalık yansımalar, geliştirdikleri bireysel ve grup etkinlikleri ile hazırladıkları ders planları içerik ve doküman analizi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının geliştirdikleri serbest yazılarda tanımlamak ve bu yazılar içindeki gerçekleri ortaya çıkarmak amacıyla içerik analizi yöntemi kullanılırken (Berelson, 1952), öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları teknoloji destekli ders planları da doküman analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir (Bowen, 2006). Örnek olarak, serbest yazılarında öğretmen adayları teknolojinin matematik eğitimine entegre edilmesi ve nasıl entegre edilebileceğine dair görüşlerini paylaşmışlardır. İçerik analizi yaparken, her bir öğretmen adayının öğretim öncesi ve sonrasında düşünceleri karşılaştırılırken (nasıl değiştiği/geliştiği) aynı zamanda tüm öğretmen adayları için bu entegrasyonda öne çıkan faktörler ve bileşenler saptanmıştır. Mesela hemen hemen tüm adaylar öğretim sonrasında, teknolojinin gerekliliğini savunurken bunun matematik yazılımları ile yapılabileceğine değinmişlerdir. Doküman analizinde ise, öğretmen adaylarının geliştirmiş oldukları ders planları konu, içerik, sınıf, kazanım, ve ders planının detayı kapsamında analiz edilmiştir. Öğretim deneyi yöntemi kullanılan bu çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğini arttırmak için farklı veri toplama araçları kullanılarak çeşitleme yapılmış ve uzman görüşüne başvurulmuştur. Öğretmen adaylarının çalışma öncesinde ve sonrasında düşüncelerini yazdıkları serbest yazılar, haftalık yansımalar, geliştirdikleri etkinlikler ve ders planları beraber analiz edilip sonuçlar karşılaştırılarak verinin geçerliliği sağlanmıştır. Ayrıca çalışmanın verileri bir matematik eğitimcisi uzman ile paylaşılmış, uzmanın ve araştırmacının analiz sonuçları karşılaştırılmış ve çalışmanın güvenilirliği sağlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, farklı düşünceler içeren kısımlar/bölümler tartışılarak fikir birliği ile sonuçların son hali verilmiştir.

2.4. Uygulama Süreci: Öğretim Deneyi Yöntemi

Öğretim deneyi yöntemi, 16 hafta boyunca bir ders kapsamında uygulanmıştır (bkz. Tablo 3). Bu dersin yüz yüze yürütülmesinin yanı sıra, internet üzerinden bir öğrenim yönetim sistemi (learning management system) kurulmasıyla katılımcılar arası iletişim çevrimiçi ortamda da ders dışı olarak devam etmiştir. Bu yönetim sisteminin kurulmasındaki temel amaçlardan bir diğeri de geliştirilen etkinliklere, ders planlarına ve ödevlere açık erişimin sağlanmasıdır. Dersin içeriğine uygun olarak öğretmen adaylarına ilk 12 hafta boyunca GeoGebra, The Geometer Sketchpad, Cabri 3D, TinkerPlot gibi çeşitli dinamik matematik yazılımları öğretilmiştir. GeoGebra'nın 8 hafta boyunca detaylı olarak öğretilmesinin temel amacı kullanımının açık ve basit olması, ücretsiz ve çevrimdışı olarak kullanılması, her yerden erişilebilir olması ve ara yüzünün ve kullanım şeklinin diğer yazılımlar ile benzer olmasıdır. Bu programın yanı sıra, 10. ve 13. haftalar arasında kullanımı ve arayüzleri GeoGebra ile benzer olan Geometer's Sketchpad, TinkerPlot, Cabri 3D, Grafik Hesap Makinelerinin kullanım detayları, bu programlarda geliştirilen etkinlikler tanıtılmış ve öğretmen adaylarından bu programlarda bazı etkinlikler ve uygulamalar geliştirmeleri istenmiştir. 13. haftada ayrıca öğretmen adaylarına bazı web-destekli interaktif uygulamaları ve sanal manipülatifleri içeren web

siteleri (Desmos, Dreambox, NCTM Illuminations gibi) tanıtılmıştır. Özellikle, bu web sitelerinde hazır halde bulunan etkinliklerin ya da yeniden tasarlanarak/uyarlanarak oluşturulan etkinliklerin derslere nasıl entegre edilebileceği tartışılmıştır. Bu web-sitelerinin bazılarının Türkçe versiyonu olduğundan matematik eğitime entegrasyonunu öğretmek zor olmamıştır. Fakat bazı web-siteleri sadece İngilizce tasarlandığından, bu sitelerde daha çok görsel öğelere sahip etkinlikler tanıtılmış, sözel metine dayalı etkinlikler sınırlılık yarattığından sadece birkaç tane örnek gösterilmiştir. 14. haftada, matematik eğitiminde kullanılabilecek video temelli uygulamalar (Vitamin Öğretmen, EBA, TED, Khan Academy gibi) ve bazı derslerin üniversiteler tarafından ücretsiz olarak verildiği web-siteleri öğretmen adaylarına tanıtılmış, bu programları nasıl kullanacakları ve derslerine nasıl entegre edebilecekleri örnek uygulamalar ile desteklenmiştir. Ayrıca kendilerinin nasıl video oluşturabilecekleri de öğretmen adaylarına öğretilmiştir. 15. haftada, öğretmen adaylarına sınıf içi ve sınıf dışı ortamlarda kullanabilecekleri ölçme/değerlendirme temelli çeşitli web-siteleri ve bu siteleri nasıl kullanacaklarının yanı sıra, akıllı telefonlarda yer alan tangram gibi uygulamaların eğitime entegrasyonu ve dosya ve doküman paylaşımı yapabilecekleri Dropbox ve Yandex gibi bazı bulut sistemleri ve bu sistemlerin ve uygulama alanları tanıtılmıştır. Son haftada ise öğretmen adaylarından tüm bu uygulamaları içeren, geliştirdikleri ders planlarını sunmaları istenmiş ve uygulama sürecindeki deneyimlerinin değerlendirmesini yaparak eğitimleri sonlandırılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına ilgili haftada yaptıkları etkinliklere dair bir veya iki makale okuma ödevi verilmiştir. Bu makaleler, Türkçe olmaları, teknoloji destekli/entegre edilmiş matematik eğitimi ile ilgili olmaları, ve ilgili haftada yapılacak olan etkinlik/tartışmaya uygun olmaları kriterlerine göre seçilmiştir. Makaleler her ders öncesinde internet üzerinde kurulan öğretim yönetim sisteminde çevrimiçi olarak dersin başlangıcında da yüz yüze ortamda sınıf içi tartışmalarla incelenmiştir.

Tablo 3. Öğretim deneyi yönteminin içeriği

Hafta	Dersin İçeriği
Hafta 1	<ul style="list-style-type: none">• Dersin içeriğinin paylaşımı• Edmodo (öğrenim yöntemi sistemi) tanıtılması• GeoGebra programının indirilmesi ve tanıtılması
Hafta 2 – Hafta 8	<ul style="list-style-type: none">• GeoGebra programına giriş (programın tanıtılması- arayüzü tanıma- menüdeki işlemler)• GeoGebra programındaki menülerin uygulamalarının öğrenilmesi• GeoGebra etkinliklerinin tasarlanması
Hafta 8	<ul style="list-style-type: none">• Geogebra bireysel etkinliklerin sunulması
Hafta 9	<ul style="list-style-type: none">• Geogebra grup etkinliklerin sunulması
Hafta 10 – 11	<ul style="list-style-type: none">• The Geometer Sketchpad programının kullanılması ve uygulamalar
Hafta 12	<ul style="list-style-type: none">• TinkerPlot programının kullanılması ve uygulamalar• Cabri/Cabri 3D programının kullanılması ve uygulamalar

Tablo 3'ün devamı

Hafta 13	<ul style="list-style-type: none"> • Grafik Hesap makineleri kullanılması ve uygulanması • Web-destekli görsel programlar ve interaktif uygulamaların kullanılması ve uygulanması (Desmos, Dreambox, NCTM Illuminations gibi)
Hafta 14	<ul style="list-style-type: none"> • Matematik eğitiminde kullanılabilecek video temelli uygulamaların ve bilgilendirme sitelerinin (Vitamin Öğretmen, EBA, TED, TED-Ed, Khan Academy gibi) ve derslerin (Stanford, MIT Üniversitesi gibi) tanıtılması • Video oluşturma (Windows Movie Maker) öğretilmesi • Öğrenme yönetim sistemlerinin tanıtılması (Edmodo, Moodle gibi)
Hafta 15	<ul style="list-style-type: none"> • Online/çevrimiçi ölçme değerlendirme/Quiz/Sınav (Google Drive, Kahoot, Socrative) web-sitelerinin tanıtılması • Bulut Sistemlerinin (Dropbox, Google Drive, Yandex gibi) tanıtılması • Bazı akıllı telefon uygulamalarının tanıtılması
Hafta 16	<ul style="list-style-type: none"> • Ders planlarının sunumu • Eğitimin sonlandırılması

Öğretim deneyi boyunca kullanılan tüm uygulamalar ve etkinlikler, araştırmacı tarafından benimsenen çerçeveye göre geliştirilmiştir. Örnek olarak öğretmen adaylarının TB'ni geliştirmek amaçlı matematik yazılımları, web-tabanlı interaktif uygulamalar gibi standart ve gelişmiş teknoloji veya teknolojik araçların nasıl kullanılacağı öğretilmiştir. Bu adayların TAB düzeylerini geliştirmek amaçlı ise alan bilgisini kullanabilecekleri çeşitli matematiksel uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalarda sadece teknolojik araçların özelliğinden ve faydalarından değil matematiksel özellikler, dil ve terimler kullanarak öğretmen adaylarının matematiksel bilgiyi gözlemlemesi, oluşturması, keşfetmesi veya doğrulaması sağlanmıştır. Ayrıca, bu etkinlikleri kullanarak matematik öğretiminin nasıl değişeceği vurgulanmış ve çeşitli pedagojik teknikleri de öne çıkararak TPB ve/veya TPAB düzeylerinin de gelişimine katkı sağlanmak istenmiştir. Bu etkinlikler ve uygulamalar yapılırken, alanyazında var olan araştırmalardan farklı olarak herhangi bir konu/kazanım/kavram kısıtlaması yapılmamış, aksine ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde kullanılabilecek kazanımlara uygun temel matematik, geometri, cebir, analiz, trigonometri gibi çeşitli alanlardan etkinlikler tanıtılmış, bu etkinliklerin nasıl geliştirilebileceği ve derslere/konulara nasıl entegre edilebileceği öğretilmiştir. Uygulama süresince öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin gelişimlerini incelemek amaçlı geliştirdikleri etkinlikleri nive ders planlarını gerçek sınıf ortamı yaratarak sunmaları istenmiştir. Bu sayede öğretmen adaylarının aldıkları eğitim sayesinde edinmiş oldukları teknoloji bilgilerini ve teknolojik araçları nasıl kullandıkları, bu donanımları ile var olan

(veya eğitim süresince gelişen) alan bilgileri ve pedagojik bilgilerini nasıl entegre ettikleri ve öğretimlerine nasıl yansıtabildikleri incelenmiştir.

Steffe ve Thompson (2000) geliştirilen öğretim deneyi yönteminin, öğrencilerdeki gelişimi/değişimi incelemek amaçlı deney süresince gerektiği durumlarda revize edilmesinin faydalı olacağına değinmiştir. Bu doğrultuda, yapılan gözlemler ve verilen ödevlerin yanı sıra öğretim deneyi yönteminin içeriğinin tekrar gözden geçirilmesi ve gerektiğinde geliştirilmesi için öğretmen adaylarından her hafta derste yapılan uygulamaları, verilen haftalık okuma ve ödevleri göz önünde bulundurarak derse ve dersin içeriğine dair görüşlerini içeren haftalık yansımalar yazmaları istenmiştir. Bu yansımalar sayesinde tasarlanan öğretim deneyi her hafta gözden geçirilerek gerektiği durumda revize edilmiş, değiştirilmiş ya da geliştirilmiştir. Haftalık ders yansımalarının yazılması sayesinde, araştırmacı öğretim deneyi yönteminin etkililiğini saptarken, öğretmen adaylarının da TPAB gelişim/değişim düzeyini etkileyen faktörleri tespit etmiştir.

3. Bulgular

Çalışmanın bulguları, öğretmen adaylarının bireysel olarak TPAB düzeylerine dayalı gelişimlerdeki benzerlik ve farklılıkların göz önünde bulundurulması ve verilen eğitimin geçerliliğini belirlemek amacıyla yapılanların genel olarak incelenmesi sonucu elde edilmiştir. Çalışmanın bulguları, çalışmanın amacı doğrultusunda sırasıyla serbest yazılar, geliştirilen etkinlikler ve ders planları bağlamlarında ele alınarak sunulacaktır.

3.1. Öğretmen Adaylarının Teknoloji ve Teknoloji Entegrasyonuna Dair Serbest Yazıları

Bu bölümdeki bulgular öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında yazdıkları serbest yazılara dayanarak elde edilmiştir. Veriler doğrultusunda, bulgular her bir öğretmen adayının çalışma öncesi ve sonrası serbest yazılarının öncelikle bireysel olarak karşılaştırılmasıyla, daha sonra tüm öğretmen adaylarının dönütlerinin karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarından teknolojinin matematik eğitimindeki yeri ve önemine ilişkin görüşler alınmış ve “Teknoloji matematik derslerine entegre edilmeli midir?” ve “Nasıl entegre edilebilir?” sorularına cevap vermeleri istenmiştir. Genel olarak, serbest yazılarında, öğretmen adaylarının hemen hemen hepsi teknolojinin tanımını ve hayatımızdaki önemini vurgulamışlardır. Teknolojinin kendi isteğimiz ile veya arzumuz dışında hayatımızın her alanına girdiğini, kalıcı ve köklü yer edindiğini dolayısıyla eğitimde de teknolojiyi kullanmamız gerektiğinin kaçınılmaz olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından bir tanesi “*Çağın gittikçe vazgeçilmez haline gelen teknoloji artık eğitimde de yerini almaya başladı haklı olarak. Çünkü çağın gerisinde kalan her şey eskiyeceği için eğitimin teknolojiden bağımsız kalması düşünülemez,*” şeklinde görüşlerini ifade ederek teknoloji kullanmanın zorunluluğundan bahsetmiştir. Öğretmen adaylarına teknolojinin önemine dair bir soru sorulmamasına karşın hemen hemen hepsi teknolojinin hayatımızdaki yerine ve önemine değinmiştir.

Öğretmen adayları, teknolojinin matematik eğitime entegre edilmesi konusuna daha çok matematik derslerinde teknolojik araçların kullanılması olarak yaklaşmıştır.

“Teknoloji matematik derslerine nasıl entegre edilmelidir?” sorusuna öğretmen adayları matematik derslerinde bilgisayar, akıllı telefon, tablet, internet, akıllı tahta, projeksiyon gibi araçların kullanımı sayesinde teknolojinin entegre edilebileceğini vurgulamışlardır. Fakat bu teknolojik araçların nasıl ve nerede entegre edilebileceğine dair açıklama yapan öğretmen adayı bulunmamaktadır. Başka bir deyişle, uygulama öncesinde, öğretmen adayları teknolojinin matematik öğretimine entegre edilmesini sadece teknolojik araçların kullanımı olarak düşünmektedirler. Ayrıca, öğretmen adayları hangi teknolojik aracın nasıl kullanılacağına (ya da entegre edileceğine) dair bir açıklama yapmamışlardır. Öğretmen adayları, teknoloji kullanımının, öğretmene zaman kazandırabileceğine, öğrencilerin matematiğe olan bakış açılarını değiştirebileceğine, bazı kavram ve yöntemleri görselleştirilmesiyle daha kalıcı ve eğlenceli şekilde öğrenmenin gerçekleşebileceğine vurgu yapmışlardır. Öğretmen adayları, matematik öğretiminde teknolojinin öğrenmeyi güçlendirdiğini savunmalarına rağmen, hemen hemen hepsi teknolojiyi nasıl entegre etmeleri gerektiği ve bu entegrasyonun etkileri hakkında görüş belirtmemiştir. Sadece birkaç öğretmen adayı teknoloji kullanımının öğrencilerin somutlaştırma, genelleme, ilişkilendirme ve problem çözme gibi becerilerini geliştirebileceğine değinmiştir.

Öğretmen adayları teknolojinin gerekliliğine değinirken, bir kısmı teknoloji kullanımının bazı olumsuz yanlarını ve doğabilecek sorunları belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayı *“teknolojinin yerli yersiz, çok ve monoton bir şekilde kullanılması öğretmenleri ve öğrencileri tembelleştirebilir ve böylece daha sıradan hale gelebilir”* demiştir. Bazı öğretmen adayları teknolojik araçların etkili ve hızlı şekilde kullanılmasını bilmemenin öğretmenler için zaman kaybı yaratabileceğini savunmuştur. Bunun yanı sıra, teknoloji kullanımının bağımlılık yaratıp, öğrencileri kolaylaştırdığını vurgulamışlardır. Öğretmen adayları, dengeli ve etkili şekilde teknoloji kullanımının bu sorunları aşmada etkili olacağını düşünmektedirler.

Benimsenen teorik çerçeve kapsamında öğretmen adaylarının dönütleri göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen adaylarının teknolojinin kullanılmasının gerekliliğine değindikleri fakat bu teknolojik araçların kullanılmasına dair çok fazla bilgi sahibi olmadıkları söylenebilir. Örnek olarak, öğretmen adayları bilgisayar, akıllı telefon, tablet, internet, akıllı tahta, projeksiyon gibi araçların kullanılabilmesine değinirken, matematik eğitiminde en yaygın şekilde kullanılan matematik yazılımlarının kullanımına dair bir bilgi paylaşmamışlardır. Ayrıca, öğretim deneyi başında öğretmen adaylarının tamamı bu matematik yazılımlarının kullanımı hakkında bilgi sahibi olmadıklarına değinmişlerdir. Diğer taraftan, öğretmen adayları paylaştıkları teknolojik araçların nerede kullanılmasının gerektiğine ve bu bilgilerinin öğretimde nasıl etkili olduğuna dair bir görüş belirtmemişlerdir. Buradan hareketle, öğretmen adaylarının standart ve gelişmiş teknolojileri kullanımı konusunda (TB) sınırlı bilgiye sahip oldukları söylenebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonunun nasıl yapılacağına dair sorular sorulduğunda, yeterli cevap alınamamıştır. Bu noktada, öğretmen adaylarının uygulamalar yaparken matematiksel bilginin inşasında teknolojiyi nasıl kullanacaklarını (TAB)

bilmedikleri, teknoloji ile var olan pedagojik bilgilerini birleştirme becerilerine sahip olmadıkları (TPB), uygun pedagojik teknik ve bilgiler kullanarak öğrenciyi matematiği öğrenmede nasıl yönlendirecekleri (TPAB) konusunda bilgi sahibi olmadıkları söylenebilir.

Öğretim deneyi yöntemi ile tasarlanan uygulama sonrasında yine öğretmen adaylarına teknolojinin matematik eğitimindeki yeri ve önemi ile teknolojinin matematik derslerine entegre edilmesi konusunda sorular sorulmuştur. Her bir öğretmen adayı için bireysel olarak, öğretim deneyi uygulamasından önceki cevaplar ile karşılaştırıldığında, öğretim sonrasında öğretmen adaylarının yine teknolojinin gerekliliğine değindikleri matematik eğitimindeki önemi ve entegrasyonuna dair daha detaylı bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Bazı öğretmen adaylarının teknoloji kullanımı ve entegrasyonu konusundaki fikirleri değişmiştir. Bir öğretmen adayı, *“Daha öncesine göre teknoloji kullanımı konusunda daha olumluyum, öncesinde klasik bir matematik öğretimi taraftarıydım ama şuan geldiğim nokta matematik eğitiminde kesinlikle teknolojinin kullanılması yönünde.”* diyerek düşüncesinin değiştiğini vurgulamış ve ileride öğretmenliğe başladığında bu derste öğrendiği programları ve etkinlikleri kendi öğretiminde uygulamayı planladığını dile getirmiştir.

Öğretim sonrasında, öğretmen adayları teknolojinin matematik eğitiminde kullanılmasının gerekliliği ve önemi hakkındaki düşüncelerinde değişmeler/gelişmeler görülmüştür. Öğretmen adaylarının düşünceleri göz önünde bulundurulduğunda, teknolojinin matematik eğitiminde kullanılmasının gerekliliği, önemi ve faydaları konusunda bazı bileşenlere çoğu öğretmen adayı tarafından değinildiği gözlemlenmiştir. Bu bileşenlerden “görselliği sağlamak”, “ilgi çekmek/güdülemek/motive etmek” en çok öne çıkan bileşenlerken, “matematik ders işleyişini genel yapısından kurtarmak” en az değinilen bileşenlerdir. Yapılan analiz sonucunda, öğretmen adaylarının değinme çokluğuna göre bu bileşenler sırasıyla şu şekildedir:

- Görsellik sağlamak,
- İlgi çekmek/güdülemek/motive etmek,
- Matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmek,
- Soyut bilgiyi somut hale getirmek,
- Problem çözme, tahmin etme, ilişkilendirme, akıl yürütme, bilgiyi kullanma, modelleme gibi becerilerin gelişimine katkı sağlamak,
- Dersi eğlenceli hale getirmek,
- Kalıcı öğrenmeyi sağlamak,
- Dersin etkinliklerine ve konularına kolayca ulaşım sağlamak,
- Etkili öğrenmeyi sağlamak, araştırma olanağı sağlamak ve araştırmayı kolaylaştırmak,
- Kavramlar arası ilişkiyi sağlamak,
- Farklı ispat tekniklerini kolayca gösterebilmek,
- Zamandan tasarruf sağlamak,
- Materyallere kolayca ulaşım sağlamak,

- Matematik ve geometri açısından uygulamalarda kolaylık ve görsellik sağlamak,
- Öğrenciyi derste aktif tutmak,
- Kavramsal ve işlemsel anlamının daha etkili birbiriyle iç içe olarak gerçekleşmesini sağlamak,
- Öğrencinin motivasyonunu arttırmak,
- Konuları basitleştirip anlamayı kolaylaştırmak,
- Çoklu temsiller kullanmak,
- Matematiğe karşı olan korkunun/önyargının azalmasını sağlamak,
- Matematiksel yapıların modellenmesini kolaylaştırmak,
- Hızlı düşünme/hızlı akıl yürütmeye olanak sağlamak,
- Teknolojik araçların kullanımını kolaylaştırmak,
- Günlük hayatla ya da diğer disiplinlerle matematiği kolayca ilişkilendirebilmek,
- Bilgiye ulaşımı kolaylaştırmak, daha fazla örnekle karşılaşmak,
- Matematiğin işlevselliğinin farkına varılması ve daha severek öğrenilmesini sağlamak,
- Kavramsal anlamayı arttıracak etkinlikleri hazırlamak
- Matematik derslerini geleneksel işleyiş yapısından kurtarmak

Uygulama öncesinde aynı soru sorulduğunda öğretmen adayları daha çok teknolojik araç kullanımının gerekliliği ve faydaları üzerine açıklamada bulunurken, uygulama sonrasında teknolojinin alanda kullanılmasının gerekliliği ve faydalarına dair açıklamalarda bulunmuşlardır. Bir öğretmen adayı teknoloji eğitiminin eğitim fakültelerinde verilmesi gerektiğine değinmiş ve “*öğretmen adaylarına teknolojinin nasıl verimli kullanılacağı uygulamalı olarak öğretilmelidir*” diyerek teknolojinin alanda pedagojik bilgiler ile birleştirilerek öğretilmesinin gerekliliğini vurgulamıştır. Uygulama öncesinde öğretmen adayları teknolojinin matematiğe nasıl entegre edileceğine dair bir fikir belirtmezken, uygulama sonrasında aynı soru sorulduğunda farklı ve kapsamlı cevaplar verdikleri görülmüştür. Teknoloji çağında yaşadığımız için bir öğretmen adayı öğretime teknoloji öğretimini “*yerinde ve yeterli miktarda*” entegre etmenin imkansız olmadığını vurgulamıştır. Bu öğretmen adayı ayrıca “[*Teknoloji*] *her tür öğrenciye hitap eder ve görsellik açısından daha iyi öğrenmeyi ve kavramlar arasındaki ilişkileri daha kolay fark edebilmelerini sağlar*” diyerek teknoloji entegrasyonunun gerekliliğine değinmiştir. Teknoloji entegrasyonunun nasıl yapılabileceğine dair öğretmen adaylarından farklı yaklaşımlar gelmiştir. Örnek olarak, öğretim öncesinde öğretmen adayları, teknoloji entegrasyonunu bilgisayar, tablet gibi araçların kullanımı olarak ele alırken, uygulama sonrasında teknoloji entegrasyonuna daha geniş bir pencereden bakabilmişlerdir. Mesela, uygulama sonrasında, entegrasyonunun gerekliliği ve faydalarına değinirken problem çözüme, tahmin etme, ilişkilendirme, akıl yürütme, bilgiyi kullanma, modelleme gibi becerilerin gelişimine katkı sağlamak, kavramsal ve işlemsel anlamının daha etkili

birbirine iç içe olarak gerçekleşmesini sağlamak gibi matematiksel bilginin yapılandırılmasına ve güçlendirilmesine katkı sağlayan bileşenlerden bahsetmişlerdir. Bir öğretmen adayı teknolojiyi kullanarak bir kavrama dair ispatı farklı teknikler kullanılarak yapılabileceğine değinmiş, hatta matematikteki ispata dayalı oluşturulan bazı kavramların teknoloji (özellikle dinamik matematik yazılımları) kullanarak öğretilmesinin oldukça kolay olduğunu vurgulamıştır. Buradan hareketle, öğretmen adaylarının teknoloji bilgilerini alan bilgileri ile entegre edebildikleri yani TAB bilgi düzeylerinin gelişimi hakkında bulgular sundukları söylenebilir. Başka bir öğretmen adayı da teknoloji yardımıyla görsel (bazen de işitsel) öğeler kullanarak yapılan uygulamalı etkinliklerin matematiği anlaşılmasız bir ders olmaktan çıkarması ve bu şekilde soyut bilgilerin somutlaştırılmasına ve bilginin daha kalıcı şekilde inşa edilebileceğine değinmiştir. Burada öğretmen adayları, teknolojik araçların kullanımı ile matematik öğretiminin daha kalıcı hale getirebileceğini yani nasıl değişebileceğini bildiklerini ve bunu teknolojik araçlarla yapabileceklerini vurgulayarak gelişen TPB düzeyleri hakkında kanıtlar sunmuşlardır.

Yapılan öğretim deneyi sonrasında, matematiğin alt dallarından hepsi ile ilgili örnekler ve etkinlikler yapılmasına rağmen, öğretmen adayları teknolojinin daha çok geometri derslerinde, özellikle üç boyutlu katı cisimleri anlatırken entegre edilebileceğinin faydalı olacağını vurgulamışlardır. Özellikle üç boyutlu cisimlerin çizilmesini kolaylaştırırken, bu cisimlerin iki boyutlu açılımlarının anlaşılmasında, farklı versiyonlarının görülmesinde, özelliklerini öğrenmede ve boyut kavramını anlamlandırmada teknoloji entegre edilmiş bir dersin faydalı olacağını vurgulamışlardır. Burada öğretmen adaylarının, yapılan öğretim sayesinde, katı cisimler konusunun öğretimine farklı bir bakış açısı yansıttıkları söylenebilir. Özellikle, var olan alan bilgilerini teknoloji ile birleştirerek katı cisimlerin çizilmesi, açık kapalı şekillerindeki matematiksel bilginin anlaşılmasında, bu şekillerin farklı versiyonlarının görselleştirilmesi gibi etkilerinden bahsederek katı cisimler konusundaki gelişen TAB düzeyleri hakkında kanıtlar sunmuşlardır. Bunun yanı sıra bir öğretmen adayı, dinamik matematik yazılımlarının kullanımının birçok işlevi olduğunu vurgulamış ve “örneğin bir fonksiyon çizmek türevini integralini bulmak göstermek çok kolaylaştı” örneğini vermiştir. Ayrıca teknoloji entegrasyonunun sadece yazılımlar ile değil aynı zamanda çeşitli videolar, sanal sınıf uygulamaları, interaktif uygulamalar veya internet üzerinde kurulan oyunlarla da sağlanabileceğine değinmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları teknoloji entegrasyonu sayesinde öğretmenin sadece ders içinde değil okul dışında da öğrencilerle çalışma yapabileceğini vurgulamışlardır.

Öğretim deneyi uygulaması öncesinde öğretmen adaylarının sınırlı TB'ye sahip olduğu görülmüştür. Fakat uygulama sonrasında, öğretmen adaylarının standart ve gelişmiş teknolojik araçların kullanımı konusunda daha geniş bilgiye sahip olmuşlardır. Uygulama sonrasında öğretmen adayları matematik eğitiminde güncel olarak kullanılan hemen hemen tüm dinamik matematik/geometri yazılımlarının, web-destekli görsel programlar ve interaktif uygulamaların, video temelli sitelerin, çevrimiçi ölçme değerlendirme sitelerinin, bulut sistemlerinin hem kullanılmasını hakkındaki bilgilerini yani teknolojik bilgilerini (TB) geliştirirken hem de bu bilgilerini alan bilgileri ile birleştirebilmişlerdir. Özellikle, seçilen matematiksel konuya göre (örn. Katı cisimler)

teknolojik araçların özelliklerini göz önünde bulundurarak matematiksel bilginin gözlemlenebileceğine, oluşturulabileceğine, ve daha güçlü bir şekilde inşa edilebileceğine değinerek TAB düzeylerinin gelişimi hakkında kanıtlar sunmuşlardır. Ayrıca, uygulama öncesinde, öğretmen adayları teknolojinin matematik eğitiminde kullanımına, daha çok teknolojik araçların kullanımının gerekliliği olarak değinirken, uygulama sonrasında öğrenme ve öğretmenin belirli, etkili ve doğru teknolojileri kullanarak nasıl değişebileceğini bildiklerini ve bunu anladıklarını vurgulamışlardır. Bu açıdan, eğitim sonrasında verdikleri cevaplar, öğretmen adaylarının TPB'lerinin geliştiğini göstermektedir (Mishra & Koehler, 2006).

Uygulama öncesindeki serbest yazılarında, öğretmen adaylarının TAB seviyelerine dair detaylı bir bulguya rastlanmamıştır. Fakat çalışmanın amacı ve öğretmen adaylarının bugüne kadar aldıkları eğitim göz önünde bulundurulduğunda alan bilgisi eksiktir ya da yoktur gibi bir yorumda bulunmak doğru olmayacaktır. Fakat, uygulama sonrasında yazdıkları serbest yazılarda, bahsedildiği gibi uygulamanın öğretmen adaylarının TAB düzeylerinin gelişimine dair kanıtlar sunmuşlar ve bazı öğretmen adayları yapılan öğretimin alan bilgisini de geliştirdiğini dile getirmiştir. Özellikle, geliştirilen etkinlikler ve ders planları sayesinde öğretmen adayları, teknolojinin matematik eğitime hangi konuda, nerede ve nasıl entegre edileceğine dair farklı bakış açlarına sahip olduklarını vurgulamışlardır. Uygulamanın bir aşamasında, her öğretmen adayının farklı etkinlikler geliştirip, bu etkinlikleri sunması, öğretmen adaylarının hangi kavrama yönelik nasıl etkinlik kullanabileceklerini ve geliştirebileceklerini, yapılan etkinliğin olumlu olumsuz yanlarını inceleyip, var olan bu etkinliklerin nasıl daha iyileştirebileceklerini tartışmalarının hem matematik bilgilerinin hemde teknoloji entegrasyonunun nasıl yapılacağına dair bilgilerinin artmasına katkı sağladığını vurgulamışlardır. Özellikle etkinlikler yapılırken matematiksel kavramların nasıl oluştuğunu-çizilebileceğini tartışarak teknolojik ortama aktarmanın hem alan hem teknoloji bilgisine katkısı olduğuna değinmişlerdir. Bir öğretmen adayı da *“Sınıfta etkinlikeyaparken önce biz düşündük sınıf içi tartışmalar yaptık. Tartışma sonucunda sonucunda çizimlerimizi yaptık böylece daha kalıcı oldu”* diyerek yapılan sınıfcı tartışmaların etkililiğine değinmiştir.

Bazı öğretmen adayları ise, uygulanan yöntemin bazı matematiksel kavramları bilmelerine rağmen yeniden keşfetmelerini sağladığını düşünmüştür. Ayrıca, uygulama yönteminin öğretmen adaylarının matematiği ve matematiksel bilgiyi sorgulamaya dair becerilerini artırdığı düşünülmektedir. Bir öğretmen adayı *“Bu ders sayesinde matematik alanında daha önce nedenini bilmediğim ve sorgulamadığım bazı şeylerin nedenini öğrenmiş oldum ve artık bunları öğrencilerime de öğretebilecek olmak güzel birşey”* diyerek bildiği şeylerin neden doğru ya da geçerli olduğunu yani alan bilgisinin değiştiğini/arttığını vurgulamıştır. Bunların yanı sıra birkaç öğretmen adayı da, uygulama sayesinde bazı kavramlara yönelik kavram yanlışlarının olduğunu gördüğünü ve geliştirilen etkinlikler sayesinde bunları düzeltebildiğine değinmiştir. Bir öğretmen adayı, serbest yazısında *“Yazılım bilgim arttıkça alan bilgimin arttığını da fark ettim”* cümlesini yazmıştır. Bu öğretmen adayı için matematik öğretiminde kullanılabileceği teknoloji

bilgisinin gelişimi sırasında alan bilgisinde de değişimler/gelişimler olmuştur yorumu yapılabilir. Uygulanan öğretim deneyi yönteminde, öğretmen adayları matematik ile ilgili kavramları düşünmeleri gerektiğinden dolayı hem kavram bilgisi olarak hem de teknolojik araçları kullanım açısından gelişme gösterdiklerini dile getirmişlerdir. Öğretmen adayları, gelişen teknoloji bilgileri ile beraber alan bilgilerinin de arttığını savunmuşlar, teknolojik araçlar kullanarak matematiksel bilgiyi adım adım oluşturduklarından dolayı matematiksel bilgilerinin doğrulamışlar ve/veya güçlendirmişlerdir. Bu da, öğretmen adaylarının TAB düzeylerinin gelişimini göstermektedir. Ayrıca öğretmen adayları kullanımını öğrendikleri teknolojik araçların matematik alan bilgilerinin de nasıl değiştirebileceğini anladıklarını belirtmişler ve TPB düzeylerinin de değiştiğine/geliştiğine dair kanıtlar sunmuşlardır. .

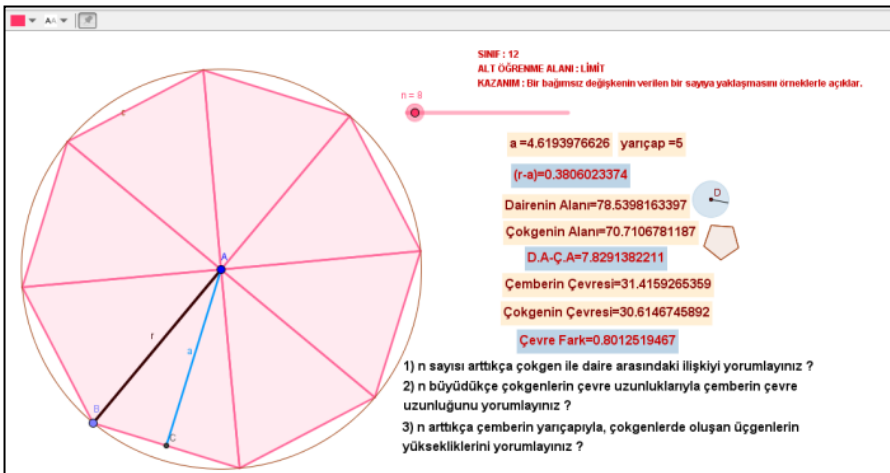
Buradan hareketle, öğretmen adaylarının öğretim deneyinin uygulanması öncesinde sınırlı bir TB'ye sahip veriler sunduğu fakat uygulama sonrasında TB, TPB, ve TAB düzeylerinin geliştiğine dair veriler sundukları söylenebilir. AB, PB, ve PAB düzeylerinin gelişimini incelemek bu çalışmanın temel amacı olmadığından dolayı incelenmemiştir. Dolayısıyla, bu bilgi türlerinin geliştiğini veya gelişmediğini söylemek doğru değildir. Benimsenen çerçeveye göre, öğretmen adaylarının uygulama sonrasında TPAB düzeylerinin de geliştiği söylenebilir. Çünkü, öğretmen adayları uygulama sonrasında, matematiksel bilginin keşfetme süreçlerini anladıklarını, matematik eğitimine doğru yerde ve doğru şekilde nasıl teknolojinin entegre edilebileceklerini bildiklerini, teknolojik araçları kullanarak gelecekte öğrencilerine hangi noktalarda nasıl yardımcı olabileceklerini ve bu öğrencilerin öğrenmelerini derslerine teknolojiyi entegre ederek nasıl yönlendirebileceklerini bildiklerine dair kanıtlar sunmuşlar ve bunu dile getirmişlerdir.

3.2. Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Bireysel ve Grup GeoGebra Etkinlikleri

Uygulama süresince öğretmen adayları dinamik matematik yazılımlarını kullanarak birçok etkinlik geliştirmiştir. GeoGebra programı daha detaylı olarak öğretildiğinden ve öğretmen adayları öğretim süresi boyunca bu programı kullanarak çok sayıda geliştirilmiş olan etkinlik ve uygulamayı gördüklerinden ve çeşitli etkinlik ve uygulamalar geliştirdiklerinden dolayı, bu programı kullanarak etkinlik geliştirmeleri istenmiştir. Bu çalışmada kullanılan etkinlikler, öğretmen adaylarına GeoGebra programını kullanma/uygulama kısmı tamamen bittikten sonra geliştirdikleri etkinliklerden oluşmaktadır. Öğretmen adaylarından en az bir adet bireysel etkinlik ve en az bir adet grup etkinliği geliştirmeleri ve bunları gerçek sınıf ortamı yaratarak derslerine/konularına entegre etmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının GeoGebra programı kullanarak bireysel ve grup olarak geliştirdikleri etkinlikler incelendiğinde, uygulama öncesinde bu programı kullanma becerisine sahip değilken, uygulama sonrasında bu adayların dinamik matematik/geometri yazılımlarını etkili bir şekilde kullanabildikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca, öğretim programlarından seçtikleri kazanım(lar)ı göz önünde bulundurarak geliştirdikleri etkinliklerdeki temel amaçlarının matematiksel bilgiyi öğrenmeyi kolaylaştırmak ve öğrencilerin somutlaştırma, ilişkilendirme gibi becerilerini geliştirmek olduklarına değinmişlerdir. Serbest yazılarında, öğretmen adayları bu şekilde etkinlik geliştirmenin kendilerine çok katkısı olduğunu savunmuşlardır. Bir öğretmen adayı *"en fazla kendi yaptığımız etkinlikler katkı sağladı çünkü etkinlik tasarlama*

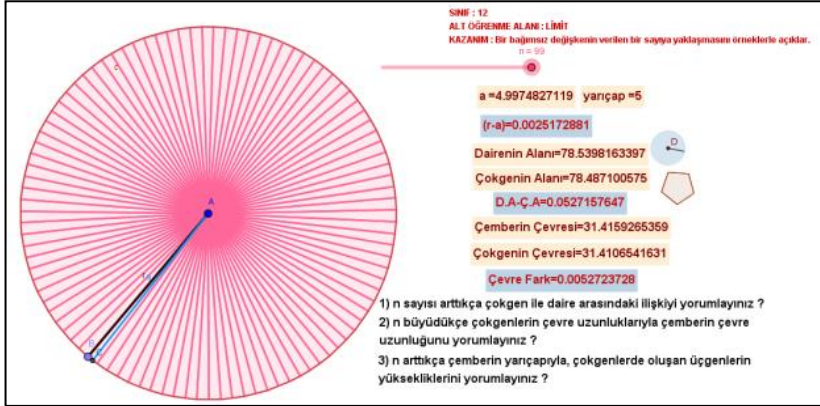
süreçleri ve matematiksel bilgi gereklilikleri olan bir şeydi. Bu etkinlikleri tasarlarlarken hem bu gereklilikleri hemde programların özelliklerini ve gerektirdiklerini görmüş olduk” diyerek aslında hem teknoloji bilgisinin hemde alan bilgisinin geliştiğini/değiştğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda çoğu öğretmen adayı, öğrenilen programlarda etkinlikleri geliştirirken matematiksel kavramlara yönelik özellikleri düşünüp, neyi nasıl kullanacaklarını ve kurgulayacaklarını düşünmelerinin matematiksel bilgilerini tekrar etmelerine ve geliştirmelerine katkı sağladığını vurgulamıştır. Diğer bir deyişle, öğretmen adayları teknolojik araçlar kullanarak matematiksel bilgiyi oluşturma süreçlerini adım adım yaptıklarını yani teknolojik alan bilgi düzeylerini kullandıklarına değinmişlerdir. Çoğu öğretmen adayı, mesleğe başladığında bu ders kapsamında öğrendiklerini koşullar el verdiği sürece kendi uygulamalarına aktarmak istediğine değinmiştir. Bu açıdan, yapılan bu etkinliklerin geliştirilmesi ve sunulması öğretmen adaylarının TB, AB, ve PB’lerini yani bunların üçlü kesişimleri olan TPAB’larını etkilediği düşünülmektedir. Aşağıda uygulama sırasında, bazı öğretmen adaylarının geliştirdiği bireysel ve grup etkinlikleri paylaşılacaktır.

Yirmi sekiz öğretmen adayının geliştirmiş olduğu bireysel etkinlikler incelenmiştir. Burada, bu etkinliklerden bazıları paylaşılacaktır. Alan bilgisi ve pedagojik bilginin gelişiminin/değişiminin incelenmesi bu çalışmanın amacı değildir fakat öğretmen adaylarının geliştirdikleri etkinliklerde alan ve pedagoji bilgilerini, teknoloji bilgileri ile nasıl birleştirdikleri incelenerek, benimsenen teorik çerçeve kapsamında TB, TAB, TPB ve TPAB’larındaki değişim/gelişimler incelenmiştir. Şekil 2’de öğretmen adayı limit kavramının oluşturulmasında kullanılmak üzere bir etkinlik geliştirmiştir.



Şekil 2. GeoGebra Programı Kullanılarak Geliştirilmiş Limit Örneği - 1

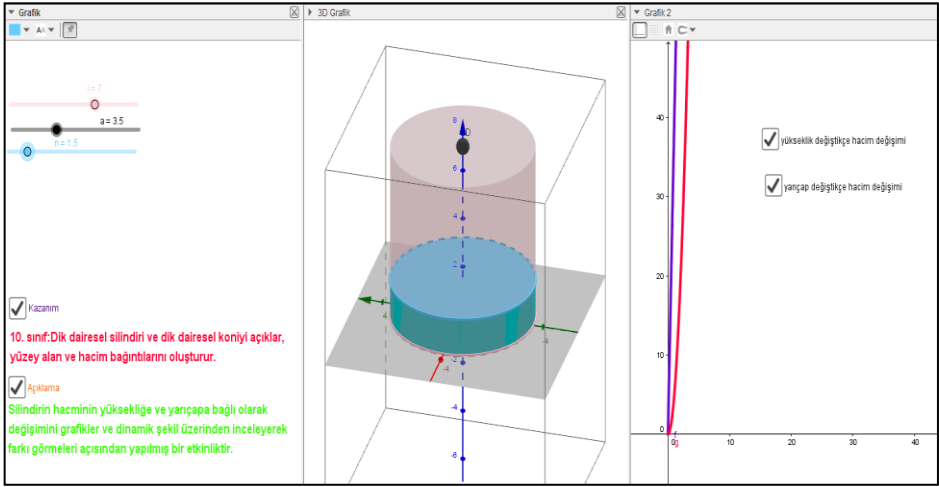
Etkinlikte bir dairenin içine çizilebilecek çokgenleri sürgü yardımıyla göstermiştir. Sürgü sayesinde, çokgenin kenar sayısı arttıkça alanının da arttığını hatta çokgenin alanının dairenin alanına yaklaştığını göstermiştir. Şekil 2’de, sekizgen bir çokgende gösterim yapılırken, Şekil 3’te sürgü yardımıyla yüzgen bir çokgenin çembere daha yakın bir şekil olabileceği gösterilmiştir.



Şekil 3. GeoGebra Programı Kullanılarak Geliştirilmiş Limit Örneği -2

Aynı şekilde, çokgenin kenar sayısı arttıkça çevre uzunluğunun da arttığını çemberin çevresine yaklaştığını göstermiştir. Aynı zamanda bu işlemleri 'dairenin alanı ve çokgenin alanı arasındaki fark kenar sayısı arttıkça azalır, çemberin çevresi ve çokgenin çevresi arasındaki fark kenar sayısı arttıkça azalır' algısını vurgulamak amaçlı farkları da göstermiştir. Bu etkinlikte öğretmen adayının temel amacı çokgenin kenar sayısı arttıkça alan ve dairenin alanı ve çemberin çevresine yaklaşır kavramını vermek, yaklaşma kavramıyla limit kavramını eşleştirmek ve çemberin alanında sonsuz sayılı bir çokgen olduğunu kavratmaktır. Öğretmen adayının burada, aslında kenarlı çokgenin çember olduğu matematiksel bilgisini kavratmak amaçlı, GeoGebra programının sürgü özelliğinden faydalandığı görülmektedir. Öğretmen adayı bu programı etkili bir şekilde kullanarak, gelişen TB'ne dair kanıtlar sunmaktadır. Ayrıca, bu öğretmen adayı, konuyu öğrenecek öğrencilerin, bu bilgiyi adım adım gözlemleyerek kendilerinin çıkarım yapabileceği bir etkinlik geliştirmiştir. Gelişen/değişen TAB'ni geliştirdiği etkinliğe yansıtabilmiştir. Ayrıca, öğretmen adayı etkinliğin içinde yönlendirme soruları olduğundan dolayı, öğretmenin pedagojik bilgisini de ortaya çıkardığı söylenebilir. Diğer bir deyişle, bu öğretmen adayı hem teknoloji hem pedagoji hem de alan bilgisini etkinliğe yansıtarak TPAB bilgi düzeyinin geliştiğine dair kanıtlar sunmuştur. Başka bir öğretmen adayı tarafından geliştirilen, Şekil 4'te verilen etkinliğin geliştirilmesinde, sürgüler yardımıyla bir silindirin yüksekliğinin ve hacminin nasıl değişebileceği gösterilmiştir. Aynı zamanda, grafik 2'de de bu etkinliğin devamı olarak silindirin hacminin yükseklik ve yarıçap değişimine göre inceleyen grafikler verilerek öğrencilerin bu değişimi farklı bir temsilde izlemesi amaçlanmıştır. Bu etkinlik geliştirilirken, öğretmen adayı iki farklı silindir oluşturmuş, iki silindirin de yarıçaplarını tek bir sürgüye bağlamıştır. Öğretmen

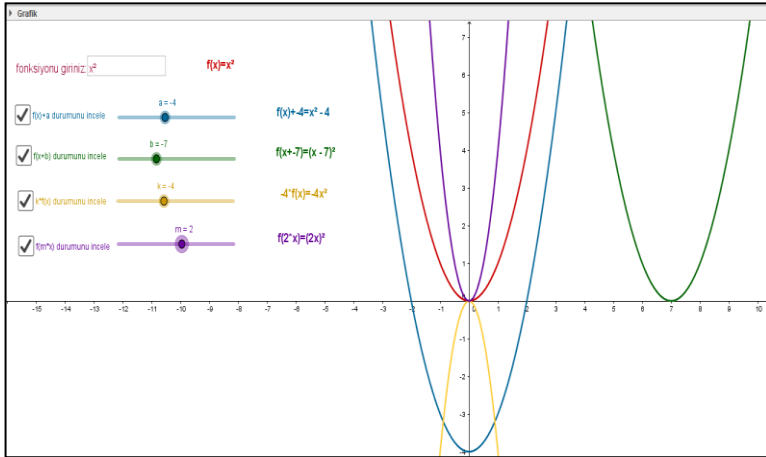
adayının buradaki amacı, “içine su doldurulabilen bir silindirin yüksekliğinin değişimi” gibi sorularda kullanılabilir bir etkinlik geliştirmektir. Burada öğretmen adayı, matematikte anlaşılması en zor konulardan biri olan üç boyutlu uzaylardaki katı cisimler konusunda bir etkinlik oluşturarak, GeoGebra programının 3D özelliğini kullanmıştır. Başka bir deyişle bu öğretmen adayı GeoGebra programının hem sürgü hemde 3D özelliğini kullanarak, silindirin içindeki su değişiminin görselleştirilmesiyle grafiklerin nasıl değiştiğini gözlemlenebileceği bir etkinlik geliştirmiştir. Bu sayede, silindire ait matematiksel bilginin gözlemlenmesini sağlayarak bu bilginin inşasının kolaylaştırmış ve TAB düzeyinin gelişimini ortaya çıkaran bir etkinlik geliştirmiştir.



Şekil 4. GeoGebra Programı Kullanılarak Geliştirilmiş Silindir/Hacim Örneği

Serbest yazılarında öğretmen adayları, geliştirdikleri grup etkinliklerinin hem teknolojik hem de alan bilgilerinin gelişimine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Özellikle, grup içinde etkinlik geliştirme aşamasında yapılan tartışmaların etkinliğin daha etkili hale gelmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Şekil 5'te iki öğretmen adayı tarafından geliştirilmiş fonksiyon dönüşümleri konusunda kullanılabilir bir etkinlik verilmiştir. Bu etkinlikte öncelikle bir girdi kutusu oluşturulmuştur. Bu girdi kutusuna, istenilen derecede istenilen fonksiyon girilerek, bu fonksiyonun çizilmesi sağlanmıştır. Bunun yanı sıra, dört adet sürgü oluşturulmuş ve fonksiyonun dönüştürülmüş hallerinin eş zamanlı görülmesi sağlanmıştır. İlk sürgü ile verilen $f(x)$ fonksiyonuna bir a sayısı ekleme çıkarma işlemi yapılarak dönüşüm fonksiyonlarının bulunması, ikinci sürgüde verilen bir $f(x)$ fonksiyonunun $f(x+b)$ şeklinde dönüşümlerinin bulunması, üçüncü sürgüde $f(x)$ fonksiyonunu k gibi bir katsayı ile çarpılması ile oluşan dönüşümlerinin bulunması ve son sürgüde de $f(x)$ fonksiyonunun $f(m \cdot x)$ şeklindeki dönüşümlerinin bulunması

hedeflenmiştir. Fonksiyon ve fonksiyon dönüşümleri öğrencilerin öğrenmede zorluk çektiği konulardan biridir. Etkinlikte kırmızı renk girdi alanına girilen fonksiyonu gösterirken, sürgüler ile bu sürgülere karşılık gelen fonksiyonların renkleri aynı şekilde tasarlanmıştır. Bu etkinlik ile beraber bir fonksiyonun farklı dönüşüm aileleri verilerek, bu kavramın öğretilmesi hedeflenmektedir. Öğretmen adayları etkinliği geliştirirken alan bilgilerinin ve GeoGebra programının özelliklerini (girdi kutusu gibi) kullanarak teknolojik bilgilerinin birleştirmişlerdir. Özellikle, fonksiyon dönüşümleri gibi öğretimi ve öğrenimi güç olan bir konunun görselleştirilmesini sağlamışlar, temel fonksiyonlar ile dönüşen fonksiyonların aynı ekranda olmasını sağlayarak öğrenenlerin değişimi gözlemlemesini amaçlamışlardır. Bu noktada, esas hedefleri GeoGebra programının özelliklerinden faydalanarak fonksiyon dönüşümlerini adım adım göstererek bu konuya ait bilgisini güçlü bir şekilde inşasının sağlanmasıdır. Geliştirilen bu etkinlik, öğretmen adaylarının var olan alan bilgisini teknolojik araçlar ile birleştirip öğretime yansıtılabildiklerini yani hem TB hemde TAB düzeylerini geliştirdiklerini göstermektedir.



Şekil 5. GeoGebra'da Geliştirilmiş Fonksiyon Dönüşümleri Örneği

3.3. Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri Ders Planları

Öğretim sonunda öğretmen adaylarından grup olarak istedikleri bir konuda, öğretim programından kazanım(lar) seçerek teknoloji entegre edilmiş bir ders planı geliştirmeleri istenmiştir. 14 grubun geliştirmiş olduğu ders planı incelenmiştir. Bu bölümde, rastgele seçilen bir ders planı ve iki öğretmen adayının bu ders planı kapsamında gelişen/değişen TB, TAB, TPB, ve TPAB düzeyleri paylaşılacaktır. Öğretmen adaylarının uygulama sonunda geliştirmiş oldukları ders planlarında teknolojiyi ve teknolojik araçları seçtikleri bir konuya kolayca entegre edebildikleri gözlemlenmiştir. Bu ders planlarında sadece teknolojik araçların kullanımı değil aynı zamanda seçtikleri matematik konusunu, alan bilgisini göz önünde bulundurarak bunu pedagojik bilgileri ile birleştirerek öğrenmeyi ve öğretmeyi kolay ve daha faydalı bir yaklaşımla birleştirmişlerdir.

Öğretmen adayları, ders planlarında öğrenme alanlarını, alt öğrenme alanlarını, amaç ve hedeflerini, öğrenme öğretilerde kullanılacak olan yöntem ve teknikleri, kullanılacak araç-gereçleri, öğrencilere kazandırılan becerileri, dersin ölçme ve değerlendirilmesinin nasıl yapılacağını, dersin ayrıntılı işleniş biçimlerini, öğrencilere sorulacak soruları, öğrencilerden beklenen/beklenmeyen cevapları, dönütleri ve kullanılacak etkinlikleri ayrıntılı bir şekilde anlatmışlardır. Bunun yanı sıra, derslerine teknolojiyi nasıl entegre ettiklerini ve entegre ettikleri noktaları da ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.

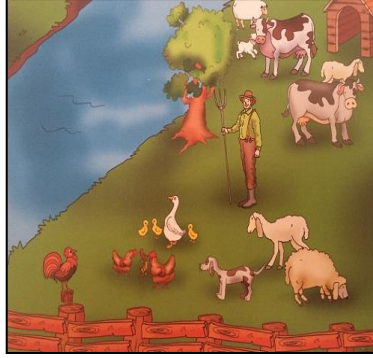
Bu iki öğretmen adayı tarafından geliştirilen bir ders planında temel amaç, 12. sınıf konusu olan maksimum ve minimum problemlerinde türevi kullanma ve türevi neden/nasıl kullanabileceğimizi 2 ders saati süresince açıklamaktır. Öğretmen adayları bu amaca karşılık gelen iki kazanım doğrultusunda derslerini planlamışlardır (1- Bir fonksiyonun mutlak maksimum ve mutlak minimum, yerel maksimum, yerel minimum noktalarını açıklar ve bir fonksiyonun ekstremum noktalarını türev yardımıyla belirler; 2- Maksimum ve minimum problemlerinin modellenmesi ve çözümünde türevi kullanır) (MEB, 2013). Ders süresince yapılacak uygulamalarda ve etkinliklerde GeoGebra, Microsoft Excel, Akıllı Tahta, Projeksiyon, Geometer's Sketchpad, Grafik Hesap makinesi, Kahoot (İnteraktif çevrimiçi sınav-ders uygulama programı) gibi teknolojik araçlar kullanarak teknolojiyi ders planlarına entegre etmişlerdir. Bu araçları tasarladıkları derslerinde kullanma becerilerine dair kanıtlar sunmaları ve derslerine etkili bir şekilde entegre etmeleri, bu araçların kullanımı konusunda bilgilerinin geliştiğini yani TB düzeylerinin geliştiğini göstermektedir. Ders planlarının özeti Şekil 6'te verilmiştir.

Özet	<p>1. Ders</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ön öğrenmeleri test edilmesi • Hazır GeoGebra etkinliği hakkında öğrencilere sorular yöneltilmesi • Etkinlik: Ankara Havası • Etkinlik: Su Deposu • Türev yardımıyla fonksiyonun artan, azalan ve sabit olduğu aralıkların bulunması • Etkinlik: Çiftçinin Sorunu • Fonksiyonun yerel minimum ve yerel maksimum türev yardımıyla bulunması <p>2. Ders</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Birinci türev fonksiyonunu sıfır yapan her x değişkeni o fonksiyon için ekstremum noktadır." şeklinde bir kavram yanılışı oluşmasına engel olmak için öğrencilere bazı soruların sorulması • Fonksiyonların mutlak minimum ve mutlak maksimum noktalarına değinilmesi • Bireysel değerlendirme • Gruplara yönelik değerlendirme
------	--

Şekil 6. Öğretmen Adaylarının Ders Özeti

Öğretmen adayları dersi şu şekilde planlamışlardır: Öncelikle derse GeoGebra programı kullanarak hazırlanmış bir etkinlik ile başlanır. Burada, bir fonksiyonun artanlığı azalanlığı hakkında sınıf içi tartışma ortamı yaratarak, öğrencilerin ön öğrenmelerini test etmek için çeşitli sorular sorulur (Örnek olarak; Fonksiyon hangi x değişkenleri için azalandır?; Fonksiyonun azalan olduğu x değişkenlerinde türev fonksiyonun işareti için ne

söyleyebilirsiniz?; Fonksiyonun uç (max-min) değerler aldığı noktalar ile türev arasında nasıl bir ilişki kurabilirsiniz?). Bu sorular ile beraber öğrencilerden gelecek cevapları göz önünde bulundurduklarını, öğrencilere ne gibi cevaplar vereceklerini de paylaşması planlanmıştır. Dersin giriş aşaması olan bu aşamada öğretmen adayları, teknolojik bir araç kullanarak bunu fonksiyon konusunun öğretimini görselleştirme ile güçlendirmişlerdir. Buradaki temel amaçları, bilginin görselleştirilmesi sayesinde daha kalıcı olmasını sağlamaktır ve bunu GeoGebra programı ile sağlamışlardır. Aynı zamanda, bunu yaparken, öğrencilerden düşüncelerini paylaşmalarını isteyerek pedagojik bilgileri ile de birleştirmişlerdir. Benimsenen kavramsal çerçeveye göre, bu öğretmen adaylarının teknolojik, pedagojik ve alan bilgilerini birleştirerek öğrencilerin ön öğrenmelerini test ettikleri yani TPAB bilgilerini öğretime yansıttıkları söylenebilir. Akabinde öğrencilere konunun anlaşılabilmesi için çeşitli etkinlikler uygulamayı amaçlamışlardır. Bu etkinliklerden bir tanesi şu şekilde tasarlanmıştır. Şekil 7’deki resim ve bu resim ile ilgili resimde gösterilen hikaye verilerek (Şekil 8), öğrencilere çeşitli sorular sorulması amaçlanmıştır.



Şekil 7. Etkinlik için verilen resim

Bir çiftçi bir kenarından nehir geçen geniş arazisinin bir bölümünü hayvanlarının otlaması için dikdörtgen şeklinde olacak bir çitle çevirmek istemektedir. Bu sayede hayvanlar başlarında bir çoban bulunmadan otlayabilecekler, susadıklarında da hemen yanı başlarındaki nehirde su içebileceklerdir.

Çiftçi, hayvanların nehre erişimini engellemeden en geniş otlama alanını çitle çevirmek istemektedir. Ancak çiftçinin elinde sadece belli uzunlukta çit yapacak malzeme vardır. İşin matematiğinden anlamayan çiftçi, problemini sizin de takip ettiğiniz bir matematik tartışma forumuna yazar ve yardım ister. Forumu aşağıdaki sorular kapsamında bir cevap yazınız.

1. Çiftçiye elindeki malzeme ile oluşturabileceği en geniş dikdörtgen şeklinde bir otlama alanı oluşturmak için ne önerirsiniz?
2. Çevrilecek alanın en büyük olması için çiftçiye önerebileceğiniz alternatif başka bir şekil olabilir mi?

Düşünce ve önerileriniz çiftçinin anlayabileceği açıklıkta ve ikna edicilikte olmalıdır?

Şekil 8. Resime dayalı oluşturulan hikâye

Ayrıca, öğrencilerden Excel programını kullanarak, dikdörtgenlerin boyutlarını ve buna bağlı olarak alanlarını gösteren bir Excel dosyası hazırlamaları istenmiştir (Şekil 9). Ders planında, öğrencilerin Excel programını kullanırken dikkat etmesi gerekenler,

programı nasıl kullanacakları, zorluk çekmeleri durumunda öğretmenin nasıl yön göstereceğine dair, yani diğer bir deyişle öğretmenin hem teknoloji hemde pedagoji (TPB) bilgilerini nasıl kullanacağı detaylı şekilde verilmiştir.

		A	B	C
1	Çevre:		0	
2	En Başlangıç Değeri:		0	
3	Ardışık Artırım Miktarı:		0.1	
4				
5				
6	En	Boy	Alan	
7	0	0	0	
8	0.1	0.9	0.81	
9	0.2	1.8	3.24	
10	0.3	2.7	7.29	
11	0.4	3.6	12.96	
12	0.5	4.5	20.25	
13	0.6	5.4	29.16	
14	0.7	6.3	39.69	
15	0.8	7.2	51.84	
16	0.9	8.1	65.61	
17	1	9	81	
18	1.1	9.9	98.01	
19	1.2	10.8	116.64	
20	1.3	11.7	136.89	
21	1.4	12.6	158.76	
22	1.5	13.5	182.25	
23	1.6	14.4	207.36	
24	1.7	15.3	234.09	
25	1.8	16.2	262.44	
26	1.9	17.1	292.41	
27	2	18	324	
28	2.1	18.9	357.21	
29	2.2	19.8	392.04	
30	2.3	20.7	428.89	
31	2.4	21.6	467.76	
32	2.5	22.5	508.65	
33	2.6	23.4	551.56	
34	2.7	24.3	596.49	

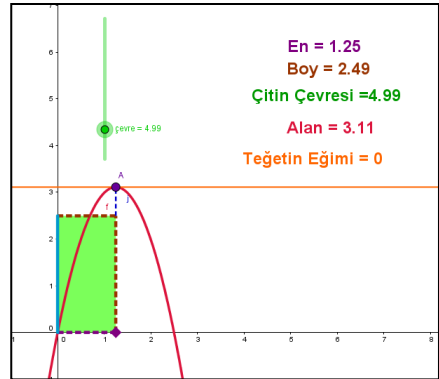
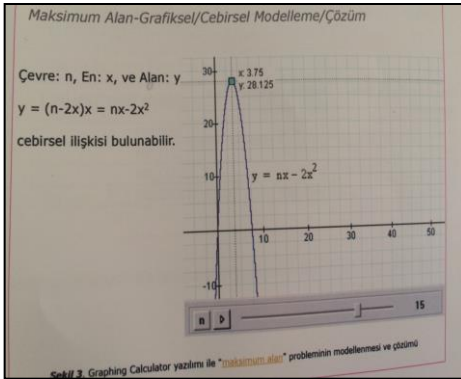
Boy = Çevre - 2*En
Alan = Boy*En

	A	B	C
1	Çevre:		
2	En Başlangıç Değeri:		
3	Ardışık Artırım Miktarı:		
4			
5			
6	En	Boy	Alan
7	=B2	=B\$1-2*A7	=A7*B7
8	=A7+\$B\$3	=B\$1-2*A8	=A8*B8

Şekil 1. Excel yazılımı ile "maksimum alan" probleminin modellenmesi ve çözümü

Şekil 9. Excel programı kullanılarak oluşturulacak tablo

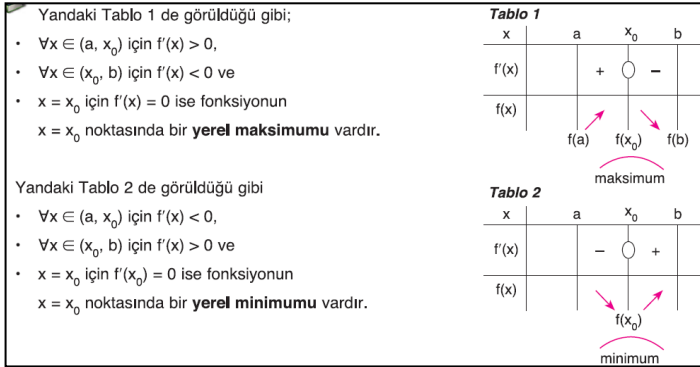
Devamında, çevrilecek en büyük alanın en büyük olması için çiftçiye öneriler ne olmalıdır sorusuna karşılık öğretmenin sınıfta dolaşarak öğrencilerin fikirlerini alması ve yaptıklarını paylaşması için bir beyin fırtınası yaratmak amaçlanmaktadır. Öğrenciler, soruyu tamamladıktan sonra çözümlerini ve düşüncelerini yansıtmaları beklenmektedir. Soruya farklı bakış açıları paylaşmak amacıyla öğretmen adayları GeoGebra ve Grafik Hesap makinesi kullanarak maksimum alanın nasıl bulunabileceğini doğrulamayı amaçlamıştır (Şekil 10). Burada, öğretmen adayları pedagoji bilgilerini kullanmışlar, öğrenciler ile beyin fırtınası yöntemini kullanarak ve teknolojik araçlardan faydalanarak maksimum alan kavramını ve bunun nasıl hesaplanacağını öğretmeyi amaçlamışlardır.



Şekil 10. Grafik Hesap Mak. ile çözümü

Şekil 11. Geogebra ile sorunun çözümü

Etkinliğin sonunda, öğretmen adayları sınıf içi tartışmalar, kullanılan programlar, etkinliğin çözüm yolları konusunda bir fikir birliğine varıp ve öğrencilerle beraber Şekil 12’de verilen sonuca varmayı amaçlamaktadır. Türev konusunda maksimum alan gibi zor bir konuyu ilişkilendirme yaparak ve görselleştirerek matematiksel bilginin gözlemlenmesini ve daha güçlü inşa edilmesini hedeflemiştirler. Bu noktada, etkinliği uygun teknolojik araçlar ve pedagojik yöntemlerden de faydalanarak, etkinliğin tasarlanması ve uygulanmasında TPAB’ni kullanmışlardır.



Şekil 12.Etkinliğin Özeti

Tasarlanan 2. derste de öğretmen adayları teknoloji entegre edilmiş etkinliklere yer vermiştir. 2 ders süresince hazırlanmış olan ders planının ölçme değerlendirilmesinde de derste yaptıkları etkinliklere benzer etkinlikler tasarlanmış, bireysel değerlendirme ve grup değerlendirmesi olarak iki aşamada verilmiştir. Ayrıca ölçme değerlendirme bölümünde, online ortamda kullanılan web-destekli Kahoot programı kullanılarak bir sınıf dışı ölçme uygulaması tasarlanmıştır. Dersin ölçme değerlendirme kısmında da matematiksel bilginin güçlendirilmesi ve doğrulanması için teknolojik bir araç (çevrimiçi bir sınav oluşturma programı) kullanarak, TAB düzeylerinin geliştiğine dair bir kanıt sunmuşlardır.

Tasarlanan ders planı ayrıntılı olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarının seçtikleri konuya özgün olarak doğru teknolojik araçları seçtikleri ve bu araçları etkili bir şekilde kullanarak TB’ni kullandıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca bu konuda seçilen teknolojiye uygun olarak matematiksel bilginin adım adım yapılmasını sağlamışlar ve bu yapılanma sırasında yine seçilen teknoloji ile uyumlu etkili pedagojik yöntemler kullanmayı amaçlamışlardır. Diğer bir deyişle, öğretmen adayları ders planlarında seçtikleri konuya uygun olan alan bilgilerini, pedagojik bilgilerini ve teknoloji bilgilerinin ilişkilendirmesini etkili bir şekilde yapmış ve uygun pedagojik ve teknolojik stratejiler kullanmışlardır. Benimsenen çerçeveye göre, öğretmen adayları türev konusunun parçası olan maximum minimum alan kavramının öğretiminde konu seviyesine uygun pedagojik teknikler kullanmış, teknolojinin sağladığı faydaları da kullanarak verilmek istenen matematiksel bilgiyi açıklamalar yaparak ve öğrencilere sorgulamalar yaptırmayı ve onları yönlendirmeyi amaçlayarak ders planlarını hazırlamışlardır. Bu mevcut durum, öğretim

öncesi var olan durumları göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen adaylarının öğretim sonrasında TB, TAB, TPB ve TPAB düzeylerinin geliştiğini göstermektedir.

4. Tartışma

Son yıllarda, teknoloji alanında yaşanan gelişmeler ile beraber eğitim alanında da bu yansımaların etkisi görülmeye başlanmış ve teknoloji kullanımının eğitim alanlarında kullanılmasına dair var olan araştırmaların sayısı hızla artmıştır. Matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonu, farklı matematik etkinlikleri ve uygulamaları yaparak, öğrenenlerin farklı matematik becerilere ulaşmalarını sağlarken, teknolojik bilgilerinin de gelişimine katkı sağlamaktadır (Hollebrands, 2007). Bu çalışmada da, bir öğretim uygulaması tasarlanarak, bu uygulamanın ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının TPAB ve TPAB'ın alt bileşenlerine dair bilgi düzeylerinin değişimine/gelişimine etkileri incelenmiştir. Araştırmanın bulguları, benimsenen kavramsal çerçeve kapsamında tasarlanan bir öğretim uygulamasının düzenli ve etkili bir şekilde verilmesi ile öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının var olan TPAB ve alt bilgi türleri düzeylerini etkili bir şekilde değiştirmenin/geliştirmenin mümkün olduğunu göstermektedir (Akkoç, 2013; Akyüz, 2016; Harris ve ark., 2009; Karataş ve ark., 2016; Koehler & Mishra, 2008, 2009; Ozgun-Koca ve ark., 2010). Bu öğretim kapsamında, öğretmen adaylarından her hafta haftalık yansımaların istenmesi ve öğrenme yönetim sistemleri sayesinde sınıf dışı ortamlarda tartışmaların yapılması öğretimin etkililiğini güçlendirmiştir. Öğretmen adayları tarafından yapılan ve yazılan dönütler ile, o hafta yapılan etkinlik ve uygulamalar sonucu ortaya çıkan kavrama ve teknoloji kullanımına dair bilgi eksiklikleri/yanılgıları saptanmış ve bir sonraki haftada bunlara yönelik uygulamalara yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının bu dönütleri, tasarlanan öğretim deneyi yönteminin gerekli olduğu durumlarda daha etkili olarak yeniden yapılandırılmasına katkı sağlamıştır.

Bu çalışmada, öğretmen adayları uygulama öncesinde sınırlı bir teknoloji bilgisine sahipken hatta teknolojinin matematik eğitime entegrasyonun nasıl yapılacağına dair fikir sahibi bile değil iken, yapılan uygulama sonrasında hem teknoloji bilgilerini geliştirmiş, hem de teknolojiyi geliştirdikleri etkinliklere ve ders planlarına entegre ederek, teknoloji bilgilerini var olan alan bilgileri ve pedagojik bilgileriyle birleştirmişlerdir. Yapılan bu çalışmanın sonuçları alan yazında yer alan bazı çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu çalışma, özellikle, Ozgün-Koca ve arkadaşları (2010), Bowers ve Stephens (2011), Akyüz (2016), Akkoç (2013) ve Karataş ve arkadaşlarının (2016) önerilerini desteklemektedir; yani matematik eğitiminde bir eğitim uygulaması/ ders/öğretim yöntemi ile öğretmen adaylarının ya da öğretmenlerin TB, AB, PB ve/veya bu bilgi türlerinin ikili ve üçlü kesişimlerinin geliştirilebileceği/değiştirilebileceği mümkündür. Fakat matematik eğitim alanında yapılan bu çalışmaların hepsinde sadece farklı dinamik matematik yazılımları kullanılmıştır. Ozgün-Koca ve arkadaşları TI-Nspire hesap makinasını, Bowers ve Stephens (2011) The Geometer Sketchpad'ı, Akyüz (2016) GeoGebra'yı, Akkoç (2013) Geogebra, Cabri Geometry, Graphic Calculus, Derive, Logo yazılımlarını, Karataş ve

arkadaşları (2016) ise Cabri 2D ve 3D, Geogebra, Drive, The Geometer Sketchpad yazılımlarını kullanmışlardır. Bu çalışma, kullanımı ve entegrasyonu öğretilen teknoloji ve teknolojik araçlar bakımından daha geniş bir perspektif sunmaktadır. Bu çalışmada, Kaleli-Yılmaz'ın (2015) önerdiği gibi, bu dinamik matematik/geometri yazılımlarının yanı sıra başka yazılımlarının, grafik hesap makinalarının, web-destekli görsel programların ve interaktif uygulamaların, video-temelli uygulamaların ve bilgilendirme sitelerinin, video oluşturma sistemlerinin, öğrenme yönetim sistemlerinin, web-destekli ölçme değerlendirme programlarının, bulut sistemlerinin (Dropbox, Google Drive, Yandex gibi) ve bazı akıllı telefon uygulamaların kullanımı ve matematik eğitime entegrasyonuna dair farklı bir alternatif öğretim yapılmış ve bu öğretim çeşitli uygulamalar ve etkinlikler yaparak desteklenmiştir. Bazı öğretmen adayları, öğretim kapsamında öğrendikleri çeşitli ve farklı teknolojik araçların kullanımı ve derslerine nasıl entegre edeceklerini öğrenmeleri ile matematik dersinin işleniş konusunda ve bu derslerde kullanacakları etkinlikler konusunda pek çok farklı kaynağa kolayca ulaşmayı öğrenmelerinin kendilerine çok katkı sağladığına ve matematik eğitime farklı bir pencereden bakmalarına olanak tanıdığına değinmişlerdir. Bu durum, tasarlanan öğretim ile daha geniş bir alanda teknolojik araçlar kullanılarak matematiksel bilginin daha kalıcı ve etkili bir şekilde öğretilebileceğini ve güçlendirilebileceği düşüncesini desteklemektedir. Ayrıca, yapılan öğretim ile öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin diğer çalışmalarda olduğu gibi sadece dinamik matematik/geometri yazılımları kullanarak incelenmesini değil birçok teknolojik aracın kullanılması ve entegrasyonunun incelenmesine olanak vererek, bu öğretmen adaylarının TPAB düzeyleri hakkında daha detaylı bir bilgi vermektedir.

Matematik eğitiminde yapılan çalışmalar seçilen konu/kazanım/kavram bazında incelendiğinde, bu çalışmada verilen eğitime benzer eğitimlerde genel olarak belli konulara odaklanarak teknoloji entegrasyonunun yapıldığı görülmektedir. Akkoç (2013) farklı dinamik matematik yazılımları kullanarak fonksiyon ve türev konularını seçip, bu konular çerçevesinde öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin gelişimini incelemiştir. Benzer şekilde, Akyüz (2016) hem uygulama sırasında yaptığı etkinliklerde hem de öğrencilerin geliştirdiği ders planlarında üçgen, dikdörtgen, çemberi katı cisimler gibi temel geometri konularına odaklanarak öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin gelişimini incelemiştir. Bu çalışmada, farklı olarak, hem teorik çerçeve kapsamında geliştirilen etkinlikler ve uygulamalarda hem de öğretmen adaylarının geliştirdiği etkinlikler ve ders planlarında tek bir konu/kavram/kazanım kısıtlanmasına gidilmemiş, aksine matematiğin alt dallarının hepsinden uygulamalar ve etkinlikler yapılarak, teknoloji entegrasyonunun geniş bir perspektifte yapılabileceği algısı ve bilgisi kazandırılmaya çalışılmıştır.

Öğretim yöntemi uygulanırken, öğretmen adaylarının var olan alan bilgilerinin sorgulanması, test edilmesi ve geliştirilmesi amaçlanmamıştır. Fakat bazı öğretmen adayları, serbest yazılarında, uygulama sayesinde bazı kavramlara yönelik kavram yanlışlarının olduğunu gördüklerine ve geliştirilen etkinlikler sayesinde bunları düzelttiklerini düşündüklerine değinmişlerdir. Buradan hareketle, Zbiek'in (2005) de belirttiği gibi katılımcıların alan bilgilerini sorgulayabilecekleri ve geliştirebilecekleri

öğretim uygulamaları tasarlamak alan bilgi düzeylerinin gelişimi için etkilidir. Tasarlanan bu öğretim uygulaması sırasında, öğretmen adaylarının belirttikleri gibi bazı kavram yanlışlarının olduğunu saptadıkları ve bu yanlışları yapılan öğretim yöntemi ile çözdükleri göz önünde bulundurulduğunda, teknoloji bilgilerinin yanı sıra alan bilgilerinin de değiştiği/geliştiği söylenebilir. Buradan hareketle, teknoloji tabanlı eğitim uygulamalarında veya derslerde, öğretmen adaylarının veya öğretmenlerin teknoloji bilgilerini geliştirmek ana hedef olurken, bunun yanı sıra alan bilgilerini veya pedagojik bilgilerini de geliştirmek bu çalışmada benimsenen ve uygulanan öğretim deneyi gibi yöntemlerin kullanılması faydalı olacaktır. Bu noktada, öğretim deneyinin içeriğinin de öğretmen adaylarının alan bilgilerinin gelişimine (çalışmanın amacı olmadığı halde) katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu bağlamda, bir teorik alt yapı kapsamında geliştirilecek olan öğretimlerin farklı sınıf seviyelerinde ve farklı derslerde yapıp araştırılması alan yazınına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada, uyarlanarak elde edilen teorik çerçeve benimsenerek veya bu çerçevelere benzer çerçevelere kullanılarak veya geliştirilerek benzer uygulamalar tasarlanabilir ve öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının TPAB ve alt bileşenlerinin düzeyleri ölçülebilir ve incelenebilir.

Öğretmen adayları, eğitim sonrasında bir ders planı geliştirmişler ve bu ders planını gerçek sınıf ortamı yaratarak sunmuşlardır. Ders planı oluşturma becerisi, öğretmenin öğretim yöntemleri, öğretimde kullanılacak araç-gereç ve etkinliklerde kavramsal ve işlemsel bilgiye hakim olarak bu araç-gereç ve etkinlikleri doğru yerde kullanmayı, ve var olan bilgilerine göre oluşturdukları amaç doğrultusunda bir model geliştirmeyi gerektirir (Kolb, 1984). Öğretmen adayları, geliştirdikleri ders planlarında var olan TB, AB, ve PB birleştirmiş ve hazırladıkları planlarda teknolojik araç kullanarak geliştirmiş oldukları uygulamaları ve etkinlikleri doğru yerde doğru bir şekilde entegre etmişlerdir. Serbest yazılarında, geliştirmiş oldukları ders planlarının, matematik öğretimine başladıklarında etkili olacağını vurgulamışlardır. Kaban'ın da (2012) belirttiği gibi, ders planı hazırlama eğitim sürecinde öğretmen adayları için anlamlı bir değer olmuştur. Bu planın hazırlanması ile, var olan ve uygulama sırasında öğrendikleri bilgileri birleştirerek teknoloji entegre edilmiş matematik eğitime dair daha geniş bir bakış açısına sahip olmuşlardır. Buradan hareketle, bu tarzda yapılan öğretim uygulamaları sonunda öğrenenlere öğrendikleri bilgiyi yansıtabilecek durumların oluşturulmasının (örn. ders planı hazırlatma) faydalı olacağı düşünülmektedir.

Öğretmen adayları uygulanan yöntem hakkındaki görüşlerinde ve bu yöntemin kendilerini olan katkılarını belirttikleri düşüncelerinde olumlu/olumsuz görüşler belirtmişlerdir. Yapılan eğitimde, uygulamalar yapılması, farklı ve geniş bir alana sahip teknoloji ve teknolojik araçların kullanımı ve entegrasyonunun öğretilmesi, bireysel/grup etkinliklerinin verilmesi, ders planının geliştirilmesi ve sunulması, programlar sayesinde yeni kavramların ve olguların keşfedilmesi, uygulama sırasında fark etmeden ilişkilendirme yaptırılması, takıldıklarında istedikleri zaman soru sorabilmeleri gibi etkenlerin olması öğretimin verimliliğini arttırdığını söylemişlerdir. Çoğu öğretmen adayı, yapılan uygulama sırasındaki tasarım ve yapılan yönlendirmeler ile matematiksel

kavramlara yeni bir bakış açısıyla bakıp veya bu kavramlara yönelik özellikleri düşünüp, neyi nasıl kullanacaklarını ve kurgulayacaklarını düşünmelerinin matematiksel bilgilerini tekrar etmelerine ve geliştirmelerine katkı sağladığına vurgulanmıştır. Bazı öğretmen adayları, bu ders kapsamında yapılan uygulamanın mesleki gelişimlerinin katkısına olumlu yönde olduğunu ve öğrendiklerini derslerine yansıtmayı düşündüklerini vurgulamışlardır. Buradan hareketle, Kaleli-Yılmaz'ın (2015) da düşüncesini destekleyerek, bu çalışmada kullanılan yöntemin içeriğine benzer yöntemler kullanarak, öğretmen adaylarının düşünme stilleri, öğrenme-öğretme stratejileri ortaya çıkarılabilir, bu adayların sahip oldukları bilgi desteklenerek ve eksik yönleri tamamlanarak daha donanımlı öğretmenler yetiştirilebilir. Bu da, Hollebrands'ın de (2007) belirttiği gibi eğitim fakültelerinde verilen derslere teknoloji entegre edilerek, teknoloji tabanlı dersler verilerek veya TPAB düzeylerini nasıl geliştirebileceklerini öğreten dersler tasarlanarak yapılabilir.

Öğretmen adayları genel olarak olumlu görüşler paylaşımlarına rağmen, haftalık yansımalarında ve serbest yazılarında birkaç öğretmen adayı öğretim deneyi hakkında olumsuz görüş paylaşmışlardır. Bu düşünceler çalışmanın sınırlılıkları olarak görülmektedir. Öğretim deneyi bir ders kapsamında uygulandığı için, bazı öğretmen adayları bu dersin tek dönem olmasının olumsuz yön olarak değerlendirmiştir. Fakat 16 haftalık öğretim sonunda dahi öğretmen adaylarının TPAB gelişimlerine dair bulgular elde edilmiş ve bu çalışmada sunulmuştur. Daha geniş bir süre kapsamında tasarlanan bir öğretim deneyinin etkileri gelecek çalışmalara araştırma sorusu olarak bırakılmıştır. Ayrıca, bir öğretmen adayı ise, GeoGebra programını çok ayrıntılı öğrenmelerinden memnun olduğunu fakat diğer matematik/geometri yazılımlarının da aynı ayrıntıda öğrenilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu çalışmada, öğretilen matematik/geometri yazılımlarının ara yüzlerinin çok benzer olmasından dolayı ayrıntıya girilmemiştir. Benzer yöntemler kullanarak ve daha geniş süre zarfında uygulanarak yapılacak bir öğretim deneyinde farklı yazılımlar daha ayrıntılı öğretilip farklı uygulamalar yapılabilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın bulgularına dayanarak, öğretmen adaylarının TPAB düzeylerine uygun öğretim koşulları altında geliştirilebileceği ve öğrencilerin matematiği daha kolay ve anlaşılır bir şekilde öğrenmelerine katkı sağlanabileceği söylenebilir. Bu bağlamda, farklı katılımcı grubu kullanılarak benzer bir çalışma yapılabilir. Örnek olarak, öğretmen adaylarına benzer bir eğitim yöntemi Milli Eğitim Bakanlığı tarafından öğretmenlere hizmet içi eğitim olarak verilebilir. Alan yazın incelendiğinde, benzer çalışmaların var olduğu görülmektedir, fakat bu hizmet içi eğitimlerin büyük bir kısmının içeriğinde, öğretmenlerin eğitim teknolojilerine yönelik var olan bilgi düzeylerinin ve ihtiyaçlarının göz ardı edildiği ortaya çıkmaktadır (Uluyol, 2013). Dolayısıyla, bu çalışmada yapılan öğretim deneyi yöntemine benzer bir yöntem ile matematik öğretmenlerine çeşitli ve farklı teknolojik araçların kullanılması ve matematik eğitimine entegrasyonu yapılarak, verilecek eğitimin etkililiği ve uygulama alanlarının takip edilmesi gelecek çalışmalarda araştırılabilir. Diğer bir örnek olarak, belirtildiği gibi bu uygulamaya katılan öğrenciler ortaöğretim matematik öğretmenliği 4. sınıf öğrencileridir. Çalışmaya katılan öğretmen adayları böyle bir eğitimin erken sınıf seviyelerinde vermenin daha etkili olacağını

savunmuşlardır. Gelecek çalışmalarda, farklı sınıfta eğitim gören öğretmen adayları seçilerek, bu adayların var olan ve/veya gelişen TPAB düzeyleri araştırılabilir veya farklı sınıf seviyeleri arasında karşılaştırmalar yapılabilir.

Çalışmanın bulguları bir ders kapsamında yapılan bu öğretim uygulamasının öğretmen adaylarının teknolojik bilgilerinin yanı sıra, alan ve pedagojik bilgilerine de katkısı olduğunu göstermektedir. Eğitim fakültelerinde, öğretmen adaylarına verilen eğitime benzer eğitim yöntemleri de geliştirilerek öğretmenlerin TPAB düzeylerinin geliştirilmesi hedeflenebilir. Örnek olarak, teknoloji tabanlı derslerde bu eğitime benzer uygulamalar yapılabileceği gibi, alan bilgilerinin geliştirilmesi amaçlanan derslere (Analiz, Cebir, Geometri gibi) teknoloji entegrasyonu yapılarak TPAB düzeylerinin geliştirilmesi hedeflenebilir. Bu bağlamlar da, bu çalışmanın gelecek çalışmalara fikir vereceği veya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

A Teaching Experiment That Aims to Develop Pre-Service Mathematics Teachers' Technological Pedagogical and Content Knowledge

Extended Abstract

Existing studies indicated that students and teachers might gain positive attitudes in different ways from using technology integration into the teaching and learning of mathematics (De Villiers, 1998; Hollebrands, 2007; Laborde, 2001). Technology environments provide new learning opportunities to engage with different mathematical skills and levels of learning with mathematical tasks and activities (Hollebrands, 2007). TPACK framework is derived from Shulman's (1986) notion of pedagogical content knowledge; technological knowledge is placed as the third primary factor in the framework. TPACK includes understanding, knowing and communicating representations of concepts using technologies, pedagogical techniques, knowledge of whether concepts are difficult or easy to learn, and knowledge of how technology can help and develop students' learning (Harris et al., 2009). In this study, technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) theoretical framework which was designed by Mishra and Koehler (2006) was used as the basis of the study. The TPACK framework and a framework that was designed by Bowers and Stephens (2011) were combined together in order to design the theoretical framework/base of this study. Bowers and Stephens' (2011) framework was constructed for mathematics education by accepting the original TPACK framework as a base, but it refers to examine learners' TPACK levels in terms of using dynamic geometry software. Therefore, the TPACK framework and Bowers and Stephens framework were combined in this study.

Consistent with the idea of using technology in learning of mathematics, this study was designed in order to examine pre-service secondary mathematics teachers' (PSMTs) knowledge levels and knowledge development of technological knowledge, technological pedagogical knowledge, technological content knowledge and TPACK. In line with this purpose, this study was designed using teaching experiment methodology within a course. The teaching experiment methodology (Steffe & Thompson, 2000), was used in the study. Therefore, while examining PSMTs development of TPACK, an appropriate teaching method that supported development of PSMTs' TPACK was shared. Steffe and Thompson (2000) indicated that students' current and changing mathematical knowledge cannot be investigated without intensive interactions with them, and they developed teaching experiment methodology. The methodology was helpful understand the progress that PSMTs' made over 16 weeks in this study.

The participants of the study were 28 (20 female, 8 male) fourth grade PSMTs. By using this method, PSMTs were taught about how to integrate technology into mathematics education, how to use various mathematics and geometry dynamic software, interactive applications that are used in mathematics education and various websites and technological tools related to education during 16 weeks and four hours in each week. During the experiment, the data was collected from PSMTs' free writings, activities they developed as

an individual and as a group, lesson plans, and their weekly reflections. At the beginning of the experiment, they were asked about the importance of technology in mathematics education and how to integrate technology into mathematics education; and at the end of the experiment, they were asked about the same questions, and answered them in their free writings. In addition, they were asked to design activities using GeoGebra as an individual and as a group. At the end of the experiment, they were asked to design lesson plans by choosing an objective from teaching programs and integrate technology into these lesson plans. They were also asked to write their reflection every week in an online environment. The collected data were analyzed by using content analysis and document analysis methods.

The results show that PSMTs' TPACK and sub knowledge types were developed within using this particular teaching experiment methodology. In their free writings, at the beginning of the experiment, they indicated that technology usage is necessary in mathematics education, but they understood that technology integration was limited to using smartphones, smartboards and projector and presenting with powerpoint. It also showed that they had limited technological knowledge. At the end of the experiment, when they were asked about the same questions, it is found that their views are completely changed and developed. It was identified that in addition to use technological tools effectively and developing their technological knowledge, they appropriately integrated the technology in their activities and lesson plans. In addition to that, their abilities to use dynamic mathematics/geometry software and interactive applications, to design or to use videos that were designed to support mathematics education, to integrate technology in order to ease the learning and teaching mathematics and utilizing it were developed. It shows that their technological content knowledge was also developed within this teaching experiment. They reflected evidence of the development of their technological knowledge, technological pedagogical knowledge, technological content knowledge and TPACK into the free writings, activities and lesson plans while they had limited knowledge at the beginning of the study. Within this context, it is thought that technology integrated or technology based courses should be embedded into PSMTs' education programs.

In future, similar studies could be conducted with different groups and grade levels. The Turkish Ministry of National Education could be design professional development programs for mathematics teachers in order to develop their TPACK, and similar research design could be used. In addition, in the teacher preparation programs, it is important to give technology-related courses and to integrate technology into existing courses. The program designers could consider the importance of technology, and the role of the technology in learning and teaching of mathematics, so technology could be embedded into the courses that are given in teacher education programs. The effect of these courses could be examined as future research. This study represents one step toward integrating technology in teacher education programs.

Kaynaklar/References

- Agyei, D. D., & Voogt, J. (2012). Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service mathematics teachers through collaborative design. *Australian Journal of Educational Technology*, 28(4), 547-564.
- Akkoç, H. (2012). Bilgisayar destekli ölçme-değerlendirme araçlarının matematik öğretimine entegrasyonuna yönelik hizmet öncesi eğitim uygulamaları ve matematik öğretmen adaylarının gelişimi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 3(2), 99-114.
- Akkoç, H. (2013). Integrating technological pedagogical content knowledge (TPCK) framework into teacher education. *Conference of the International Journal of Arts and Science*, 6(2), 263-270.
- Akyüz, D. (2016). Farklı öğretim yöntemleri ve sınıf seviyesine göre öğretmen adaylarının TPAB analizi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 89-111.
- Baran, E. ve Canbazoğlu-Bilici, S. (2015). Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) üzerine alanyazın incelemesi: Türkiye örneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 15-32.
- Bal, M. S. ve Karademir, N. (2013). Sosyal bilgiler öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi konusunda öz değerlendirme seviyelerinin belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 15-32.
- Berelson, B. (1952). *Content analysis in communication research*. New York: The Free Press.
- Bowen, G. A. (2006). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.
- Bowers, J. S., & Stephens, B. (2011). Using technology to explore mathematical relationships: A framework for orienting mathematics courses for prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(4), 285-304.
- 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., Yamak, H., Kavak, N., S. ve Guzey, S. (2013). Technological pedagogical content knowledge self-efficacy scale (TPACK-SeS) for pre-service science teachers: Construction, validation and reliability. *Eurasian Journal of Education Research*, 52, 37-60.
- Çalık, M. (2013). Effect of technology-embedded scientific inquiry on senior science student teachers' self-efficacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(3), 223-232.
- Demir, S. ve Bozkurt, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonundaki öğretmen yeterliklerine ilişkin görüşleri. *Elementary Education Online*, 10(3), 850-860.
- De Villiers, M. (1998). An alternative approach to proof in dynamic geometry. In R. Lehrer & D. Chazan (Eds.), *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space* (pp. 369-393). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
-

- Dikkartın-Övez, F. T. ve Akyüz, G. (2013). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi yapılarının modellenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(170), 321-334.
- Dikmen, C. H. ve Demirer, V. (2016). Türkiye'de teknolojik pedagojik alan bilgisi üzerine 2009-2013 yılları arasında yapılan çalışmalarda eğilimler. *Turkish Journal of Education*, 5(1), 33-46.
- Gür, H., & Karamete, A. (2015). A short review of TPACK for teacher education. *Educational Research and Review*, 10(7), 777-789.
- Hacıömeroğlu, G., Şahin, Ç., & Arcagök, S. (2014). Turkish adaptation of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge assesment scale. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 10(2), 297-315.
- Haciomeroglu, E. S., Bu, L., Schoen, R. C., & Hohenwarter, M. (2011). Prospective teachers' experience in developing lessons with dynamic mathematics software. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 18(2), 71-82.
- Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. J. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393-416.
- Hofer, M., & Grandgenett, N. (2012). TPACK development in teacher education: A longitudinal study of preservice teachers in a secondary MA Ed. program. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(1), 83-106.
- Hollebrands, K. F. (2007). The role of a dynamic software program for geometry in the strategies high school mathematics students employ. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 164-192.
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259-1269.
- Kabakçı-Yurdakul, I. (2011). Öğretmen adaylarının teknopedagojik eğitim yeterliklerinin bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanımları açısından incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 397-408.
- Kablan, Z. (2012). Öğretmen adaylarının ders planı hazırlama ve uygulama becerilerine bilişsel öğrenme ve somut yaşantı düzeylerinin etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 37(163), 239-253.
- Kaleli-Yılmaz, G. (2015). Türkiye'deki teknolojik pedagojik alan bilgisi çalışmalarının analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(178), 103-122.
- Karataş, İ., Tunç, M. P., Demiray, E. ve Yılmaz, N. (2016). Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde teknolojik pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 512-533.
- Kaya, S., & Dağ, F. (2013). Turkish adaptation of technological pedagogical content knowledge survey for elementary teachers. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(1), 291-306.
- Kaya, Z. ve Kaya, O. N. (2013). Öğretmen eğitiminde Vignette tekniği ve uygulamaları. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 129-142.

- Kelly, A. E., & Lesh, R. A. (2000). *Handbook of research design in mathematics and science education*. London: Lawrence Erlbaum.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). New York, NY: Routledge.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Laborde, C. (2001). Integration of technology in the design of geometry tasks with cabri geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6, 283-317.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Niess, M. L. (2008). Guiding preservice teachers in developing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 223-250). New York, NY: Routledge.
- Ozgun-Koca, S. A., Meagher, M., & Edwards, M. T. (2010). Preservice teachers' emerging TPACK in a technology-rich methods class. *Mathematics Educator*, 19(2), 10-20.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh & A. Kelly (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 267-307). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Uluoyol, Ç. (2013). ICT integration in Turkish schools: Recall where you're coming from to recognise where you're going to. *British Journal of Educational Technology*, 44, 10-13.
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja-Roblin, N., Tondeur, J., & Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge: A review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 109-121.
- Wu, Y. T. (2013). Research trends in technological pedagogical content knowledge (TPACK) research: A review of empirical studies published in selected journals from 2002 to 2011. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), 73-76.
- Yalçın, H., & Yayla, K. (2016). Scientometric analysis of the researches about technological pedagogical content knowledge and scholarly communication. *Eğitim ve Bilim*, 41(188), 291-307.
- Yigit, M. (2014). A review of the literature: How pre-service mathematics teachers develop their technological, pedagogical, and content knowledge. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(1), 26-35.
-

Zbiek, R. M. (2005). Using technology to make the power of many points with prospective mathematics teachers. In W. J. Masalaski & P. C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments* (pp. 295-306). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Kaynak Gösterme

Yiğit-Koyunkaya, M. (2017). Matematik öğretmeni adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin gelişimini amaçlayan bir öğretim deneyi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(2), 284-322.

Citation Information

Yiğit-Koyunkaya, M. (2017). A teaching experiment that aims to develop pre-service mathematics teachers' technological pedagogical and content knowledge. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(2), 284-322.
