

Teknoloji Odaklı Fen Eğitimi Uygulamalarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerine ve Teknoloji Entegrasyonu Öz-yeterlik Algılarına Etkisi

Kibar SUNGUR GÜL¹

Öz: Bu araştırmada teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerine (TPAB) ve teknoloji entegrasyonuna öz-yeterlik algılarına etkisinin incelenmesine odaklanılmıştır. Çalışmada tek grup ön test-son test deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın nicel aşamasında örneklemi 19, nitel aşamasında ise katılımcılarını altı fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Nicel veri toplama araçları olarak "Tekno-pedagojik (TPAB) eğitim yeterlikleri ölçeği" ile "Teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları ölçeği", nitel veri toplama aracı olarak ise yarı yapılandırılmış yüz yüze görüşme formu tercih edilmiştir. Nicel veriler için bağımlı gruplar t testi, nitel veriler için ise betimsel analizden faydalanılmıştır. Analiz sonucunda, teknoloji odaklı eğitim uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerine olumlu etkisinin olduğu ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarını olumlu yönde etkilediği ancak anlamlı düzeyde fark oluşturmadığı bulunmuştur. Öğretmen adaylarının görüşmedeki ifadeleri, ölçeklerle elde edilen bulguları desteklemiştir. Sonuçlar, teorik çerçeve ve deneysel araştırma doğrultusunda tartışılmış ve gelecek araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: TPAB, Teknoloji Entegrasyonu, Öz-Yeterlik, Öğretmen Adayı

The Effect of Technology Focused Science Education Trainings on the Technological Pedagogical Content Knowledge and the Self-Efficacy Beliefs for Technology Integration

Abstract: The current research focused on investigating the impacts of technology-focused science education training on pre-service science teachers' TPACK competencies and self-efficacy beliefs for technology integration. The one group pretest-posttest design was conducted in the study. In the quantitative stage of the research, 19 pre-service science teachers constitute the sample, and in the qualitative stage, six pre-service science teachers as participants. "Techno-pedagogical (TPACK) educational competencies scale" and "Technology Integration Self-Efficacy Scale" were utilized as quantitative data collection tool, and semi-structured face-to-face interview form was preferred as a qualitative data collection tool. Paired samples t-test and descriptive analysis were utilized in the analysis of the data. It was revealed that technology-focused science education training has a positive impact on pre-service teachers' TPACK competencies and although they positively affect their self-efficacy beliefs for technology integration, the difference was not significant. The statements of the pre-service science teachers in the interview supported the findings obtained with the scales. The results were discussed within the theoretical framework and experimental research, and suggestions for future studies were provided.

Keywords: TPACK, Technology Integration, Self-Efficacy, Pre-Service Teachers

*Bu araştırmanın bir bölümü 24-25 Mart 2022 tarihleri arasında "Educon Education Conference" isimli kongrede sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Geliş Tarihi: 12.01.2023

Kabul Tarihi: 13.04.2023

Makale Türü: Araştırma Makalesi

¹ Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Nevşehir, Türkiye, e-posta: k.sungur@nevsehir.edu.tr, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9590-1439>

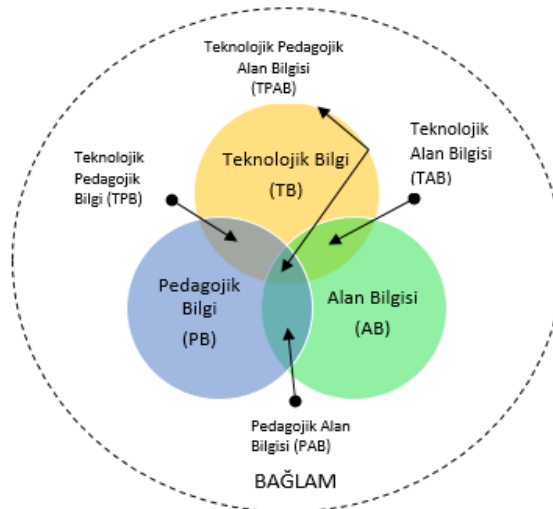
Atf için/ To cite:

Sungur Gül, K. (2023). Teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisi. *Yaşadıkça Eğitim*, 37(2), 489-507. <https://doi.org/10.33308/26674874.2023372574>

Dijital çağ ya da bilgi çağı olarak bahsi geçen 21.yüzyıl, teknolojik yenilikleri de yanında getirmiştir. 21. yüzyıl bilgi ve becerileri ile donanımlı bireyler yetiştirmek, yenilikçi eğitim yaklaşımlarını ve bu yaklaşımlara uygun teknolojileri kullanmayı gerekli kılmaktadır. Eğitim ortamlarına bu teknolojiler entegre edildiğinde hem öğrencilerin öğrenmeleri desteklenmekte hem de dijitalleşme sürecindeki topluma uyum sağlamaları kolaylaşmaktadır (Fraillon ve diğerleri, 2019; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2015). Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de zamanla teknoloji alanındaki gelişmelere bağlı olarak öğretim programları güncellenmiş ve çağın gerektirdiği yeterliklere sahip bireylere odaklanılmıştır. Bu anlamda Millî Eğitim Bakanlığının 2010 yılında uygulamaya koyduğu FATİH projesi eğitim-öğretim ortamlarında fırsat eşitliğini sağlamak amacıyla teknolojiye erişimi kolaylaştıran ciddi bir adımdır. Fen dersleri bağlamında düşünüldüğünde 2005 yılında güncellenen fen ve teknoloji dersi öğretim programında fen-teknoloji ilişkisi kurulmuş, fen ve teknoloji okuryazarlığı kavramı ön plana çıkmıştır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005). Yine 2013 yılında yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda da fen ve teknoloji ilişkisi dikkat çekmektedir (MEB, 2013). Son olarak güncel Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda öğrencilerden beklenen bilgi, beceri ve davranışların bütünleşmiş hali olan yetkinlikler, “fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları” çerçevesinde teknolojiyi içeren kazanımlar vb. birçok bölümde teknoloji vurgusu yapılmıştır (MEB, 2018).

Teknolojiyi öğretim sürecine entegre etmek, 21. yüzyılda öğrenme ve öğretme süreçlerini geliştirmek için önemli eğitimsel bir yenilik olarak görülmektedir (Backfisch ve diğerleri, 2021). Ancak araştırmalar, öğrenme ve öğretme süreçlerini desteklemek için teknolojilerin varlığı, öğretim sürecine entegre edildiği anlamını çoğunlukla taşımadığını göstermiştir (Chauhan, 2017; Farjon ve diğerleri, 2019). Bu nedenle teknolojiyi başarılı bir şekilde sınıfa entegre edebilmek için öğretmenlerin bu alanlarda yetkin olması son derece önemlidir. Yeni teknolojilerin ortaya çıkması ve eğitim ortamlarında kullanımının yaygınlaşması teknoloji, pedagoji ve alan kavramlarını önemli hale getirmektedir (Keser ve diğerleri, 2015). Literatürdeki birçok çalışmada (Canbazoglu ve diğerleri, 2016; Janssen ve diğerleri, 2019; Sancar Tokmak ve diğerleri, 2013) alan bilgisi ve pedagojinin teknoloji ile iyi bir kombinasyonu ile öğretmenlerin teknolojiyi sınıflarında verimli bir şekilde kullanabildiği tespit edilmiştir.

Pedagoji, alan bilgisi ve teknoloji arasındaki kuramsal yapıyı açıklayan ilişki, Mishra ve Koehler (2007) tarafından Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) olarak geliştirilmiştir. TPAB, Shulman (1986) tarafından önerilen “Pedagojik Alan Bilgisi” modeline Mishra ve Koehler’in (2006) teknoloji bilgisini dahil etmesi sonucunda öğretmenlik bilgisi için geliştirilmiş bir modeldir. Şekil 1’de ifade edilen TPAB öğretmenlerin Teknoloji Bilgisi (TB), Pedagoji Bilgisi (PB) ve Alan Bilgisi (AB) olmak üzere birbiriyle ilişkili üç temel bileşenden oluşmaktadır (Harris ve diğerleri, 2009).



Şekil 1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) ve bileşenleri (Koehler & Mishra, 2009)

Bu bileşenlerin etkileşimi ve kesişiminden ise pedagojik alan bilgisi (PAB), teknolojik pedagoji bilgisi (TPB) ve teknolojik alan bilgisi (TAB) (Mishra & Koehler, 2006) oluşmaktadır. Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB), Şekil 1’de görüldüğü gibi alan, pedagoji ve teknolojik bilginin birbiriyle etkileşim halinde olduğu ortak bir kesişim bölgesinde yer almaktadır. Modelin temelini oluşturan TPAB, bir alandaki bilginin öğretiminde uygun teknolojinin belirlenmesi ile gerekli öğrenme strateji, yöntem ve tekniklerinin gerçekleştirilmesine yönelik bilgi olarak tanımlanmıştır (Mishra & Koehler, 2008). Bir başka ifadeyle TPAB, öğretime teknolojinin başarılı bir şekilde entegre edilmesi için öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu bilgi türünü tanımlamaktadır (Mishra, 2019). Öğretmenlerin TPAB’ını geliştirmenin etkili yollarından biri, onları teknolojiyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının tasarlanmasına aktif olarak dahil etmektir (Koehler ve diğerleri, 2007).

Alan yazın incelendiğinde, araştırmacılar son yıllarda öğretmen adayları tarafından hazırlanan ders planları, ders sunumları, lisans dersleri, gerçek sınıf deneyimleri gibi çeşitli yöntemlerle TPAB yeterliklerinin gelişimine odaklanmışlardır (Canbazoglu Bilici ve diğerleri, 2016; Cheah ve diğerleri, 2019; Koh ve diğerleri, 2017; Lee & Kim; 2014; Kapıcı & Akçay, 2020; Tseng ve diğerleri, 2019). Ancak ilgili araştırmalarda uygulanan içeriklerin öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin gelişimine etkileri, belirli teknolojiler ve öğretim yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir (Valtonen ve diğerleri, 2015). Aktaş ve Özmen’in (2020) de belirttiği gibi öğretmen adaylarının belirli teknolojiler, yöntemler ve konular hakkında yüksek seviyede TPAB’lara sahip olmaları diğer teknoloji, yöntem ve konulardaki TPAB seviyelerinin yüksek olduğu anlamına gelmemektedir. Dahası öğretmen adaylarının TPAB gelişimlerini belirlerken yalnızca belirli teknoloji, pedagojik yöntem ve konuya odaklanan çalışmaların gerçekçi sonuçlar doğurmayacağı vurgulanmıştır (Aktaş & Özmen, 2020). Ayrıca fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu, öğretmen eğitimi programlarında yalnızca alana özgü teknolojik araçların temel uygulamalarını öğrenmektedirler (Lambert ve diğerleri, 2008). Ancak onların hem alana özgü hem de genel teknolojilerle ilişkili teknoloji bilgilerini geliştirmek için çeşitli nitelikli deneyimler sağlanması önemlidir (Canbazoglu Bilici ve diğerleri, 2016). Bu gerekçelerden yola çıkılarak mevcut araştırmada, çeşitli eğitim teknolojileri, uygulamaları ve konularının tercih edilmesi bir gereklilik olarak görülmüş olup bu yönüyle alan yazına önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğretmenlerin yeni teknolojileri öğrenme-öğretme sürecine entegre etmeleri için önemli bir diğer faktör ise onların teknolojiyi entegre edebilmelerine yönelik öz-yeterlik algılarıdır (Gil-Flores ve diğerleri, 2017; Wang ve diğerleri, 2004). Bandura’ya (1997) göre öz-yeterlik, belirli bir görevi/görevleri gerçekleştirmek için kişinin kendi yeterliği hakkındaki yargısını ifade eder. Bilgisayar öz-yeterliği, bir bireyin bilgisayarla ilgili performans yeterliğine olan inancını veya güvenini ifade eder (Boland, 2008; Smith, 2001) ve teknoloji öz-yeterliği ile aynı anlamı taşımaktadır (Nathan, 2009). 1990’lı yıllardan itibaren yapılan araştırmalarda, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları, teknolojiyi öğrenme-öğretme sürecine entegre etme performanslarını etkileyen önemli bir içsel faktör olarak belirlenmiştir (Nathan, 2009). Alan yazında, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik öz-yeterlik algılarının, teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmalarının önemli bir belirleyicisi olduğu vurgulanmıştır (Abbitt, 2011; Birişçi & Kul, 2019).

Alan yazın incelendiğinde teknoloji odaklı içeriklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisini inceleyen sınırlı sayıda araştırmaya ulaşılmıştır. Özellikle Türkiye bağlamında teknoloji entegrasyonuna yönelik tutum, öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB’larını inceleyen birçok çalışma bulunmakta iken teknoloji entegrasyonuna yönelik öğretmen adaylarının öz-yeterlik algılarını inceleyen sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Caner & Aydın, 2021). Bu nedenle yalnızca fen bilgisi öğretmen adayları değil farklı branşlardaki öğretmen adaylarıyla yapılan deneysel araştırmalar incelenmiştir. Bu araştırmalardan biri Wang ve diğerleri (2004) tarafından teknoloji içeren öğrenme deneyimlerinin öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterliklerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Söz konusu araştırmada öğretmen adayları bir grup teknoloji kullanan öğretmenleri gözlemleyerek sınıfta teknoloji kullanımı konusunda eğitim aldıklarında onların teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterlik algılarının arttığı tespit edilmiştir. Yine Abbitt’in (2011) yaptığı deneysel araştırmada teknoloji kullanımında bazı özel alanlarda öğretmen adaylarını yetiştirmenin gelecekte teknoloji kullanımına yönelik öz-yeterlik inançlarını artırdığı sonucu elde edilmiştir. Lee ve Lee (2014), ders planlama etkinliklerinin

öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarının nasıl değiştireceğini ve hangi ders içi faktörün daha yüksek etkiye sahip olduğunu araştırmışlardır. Bu sürecin öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına olumlu etkileri ile bilgisayara karşı daha yüksek olumlu tutum ve ders planlama yeteneğine sahip öğretmen adaylarının daha yüksek teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Ünal ve diğerleri (2017) de araştırmalarında, öğretim uygulamaları dersinin öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algı seviyelerine olumlu etkileri olduğunu belirlemiştir. Son olarak Yıldız Durak (2021), karma yöntemle yürütmüş olduğu araştırmasında, farklı yöntemlerin öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları, motivasyon, memnuniyet ve teknoloji kullanımına yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırmada, kapalı uçlu hands-on görevlerin diğer yöntemlere göre teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına olumlu etkisi tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalardan yola çıkılarak, mevcut araştırmanın fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algı seviyelerindeki değişimi belirlemesi yönüyle alan yazına önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yapılan araştırmalara göre, öğretmen eğitiminde teknoloji içerikli derslerin öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik öz-yeterlik algıları ve TPAB yeterlikleri üzerinde olumlu etkileri olduğu çıkarımına ulaşılmıştır. Öğretmen eğitimi programlarında, yalnızca eğitim teknolojilerini içeren dersler, programa eğitim teknolojilerini entegre etme, alana özgü teknoloji odaklı deneyimler sunma gibi bazı çalışmaları bulunmaktadır (Nelson & Hawk, 2020; Ottenbreit-Leftwich ve diğerleri, 2018; Sungur Gül & Saylan Kırmızıgül, 2022). Bu çabalara rağmen, göreve yeni başlayan öğretmenlerin teknolojiyi öğretime entegre edebilmek için kendilerini hazır hissetmedikleri, öğretmen eğitimi programları ile gerçek sınıf ortamları arasında büyük bir boşluk olduğu (Gao ve diğerleri, 2011; Tondeur ve diğerleri, 2017) ve kendilerine güven duymadıkları (Kimm ve diğerleri, 2020; Ottenbreit-Leftwich ve diğerleri, 2018) belirlenmiştir. Bu durum, öğretmenlerin, öğretim sürecinde teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmelerini sağlayan becerilerle donanımlı olarak mesleğe başlamadıklarına işaret etmektedir. Bu gerekçelerden yola çıkılarak öğretmenlerin TPAB seviyelerini artırmak için öğretmen eğitimi programlarının güncellenmesi gerekliliği öne çıkmaktadır (Mouza, 2016). Bu noktadan hareketle mevcut araştırmada teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamaları ile öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerinin ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik seviyelerinin artırılması hedeflenmiştir.

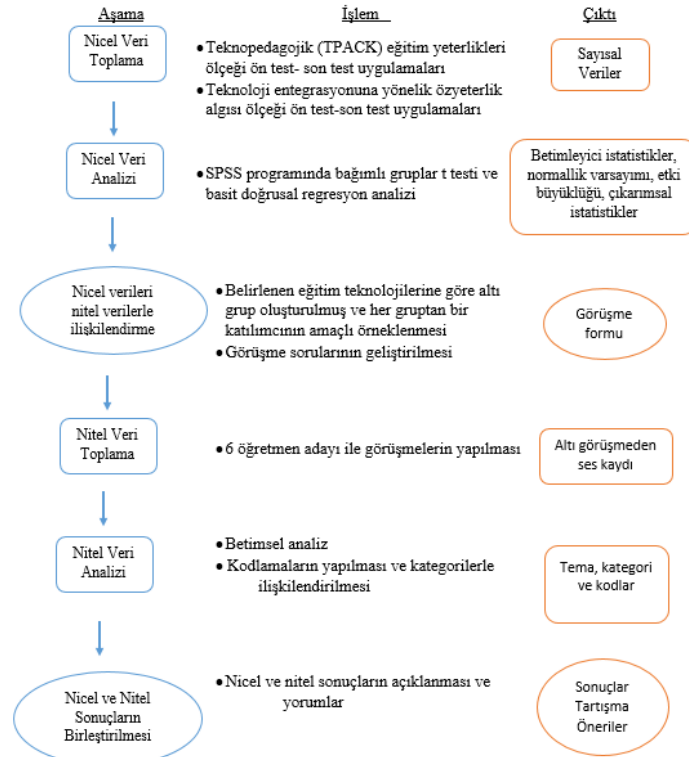
Yapılan araştırmalara göre mevcut araştırmaya duyulan ihtiyaç değerlendirilmiş ve önceki kısımlarda ortaya konulmuştur. Bu ifadeler ek olarak, öğretmen adaylarının TPAB yeterlikleri ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarını inceleyen ve aralarındaki ilişkiyi ortaya koyan araştırmaların nicel yöntemlerle yürütüldüğü belirlenmiştir. Bu araştırmanın, tek grup ön test-son test deneysel desene göre tasarlanmış olması, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarını içermesi ve katılımcıların fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşması yönüyle alan yazına katkıda bulunacağı hedeflenmektedir. Mevcut araştırma kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik çeşitli teknolojilerle zenginleştirilmiş bir öğrenme deneyimi hazırlanmış ve bu süreçte onların TPAB ile teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarındaki değişimin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle araştırmanın amacı, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerine ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisinin incelenmesi olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda aşağıda ifade edilmiş olan araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB'larına etkisi ne düzeydedir?
2. Teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretime teknolojiyi entegre etmeye yönelik öz-yeterlik algılarına etkisi ne düzeydedir?
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamaları hakkındaki görüşleri nasıldır?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Araştırma sorularına yanıtlar elde etmek amacıyla tek grup ön test-son test deneysel desen tercih edilmiştir. Bu desenin araştırmada kullanımını gösteren diyagram Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Araştırma tasarımı

Öncelikle teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerine ve öğretime teknolojiyi entegre etmeye yönelik öz-yeterlik algılarına etkisi nicel yöntemler kullanılarak belirlenmiş ve ardından sonuçları daha ileri düzeyde anlamak ihtiyacı ile nitel yöntemler işe koşulmuştur. Çalışmanın nicel aşamasında tek-grup ön test ve son test deneysel desen, nitel aşamasında ise fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarını içeren deneyimleri hakkındaki düşüncelerini belirlemeye yönelik olarak nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji deseni tercih edilmiştir.

Tek-grup ön test ve son test deseni, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının belirlenen araştırma grubu üzerinde denenmesi ve bu uygulamaların sonuçlar üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Tek-grup ön test ve son test deseni, zayıf bir desen olmasına rağmen yeni bir eğitim içeriğinin geliştirilip uygulanmasında kullanışlı olması (Creswell, 2012) nedeniyle tercih edilmiştir. Çalışmada, ön test ve son test deneysel müdahale süreci tamamlandıktan sonra nicel verileri nitel verilerle destekleyebilmek, istatistiksel sonuçları derinlemesine açıklayabilmek, nicel verilerin ortaya koyduğu sonuçları nitel verilerle karşılaştırmak ve yorumlayabilmek amacıyla nitel veriler kullanılmıştır.

Araştırmanın Örneklemi/Çalışma Grubu

Araştırmanın evreni, İç Anadolu bölgesinde bir devlet üniversitesinde 2019-2020 eğitim-öğretim döneminde fen eğitimi programındaki tüm dördüncü sınıf öğretmen adaylarıdır. Araştırmanın ulaşılabilir evreni, Özel öğretim yöntemleri-II dersine kayıtlı 39 öğrenci olarak belirlenmiştir. Araştırmanın örneklemi ise gönüllülük esasına göre belirlenen iki erkek, 17 kadın olmak üzere dördüncü sınıfta öğrenim gören 19 fen bilgisi öğretmen adayından oluşmaktadır.

Araştırmanın nitel verilerinin toplandığı çalışma grubu ise, nicel verileri açıklamak amacıyla uygulama

sürecinde belirlenen eğitim teknolojilerine göre altı gruba ayrılan öğretmen adayları içerisinde her bir çalışma grubundan bir öğretmen adayını içerecek şekilde maksimum çeşitlilik ve tipik cevabın elde edilmesine yönelik amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenen ve gönüllülük esasına göre tamamı kadın öğrencilerden oluşan altı öğretmen adayından oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları ve Süreci

Bu çalışmada nicel veriler Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) eğitim yeterlikleri ölçeği ve Teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları ölçeği, nitel veriler ise yarı-yapılandırılmış görüşme formundan elde edilmiştir.

Teknopedagojik Eğitim Yeterlikleri (TPACK-deep) Ölçeği:

Öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerini belirlemek üzere Kabakçı Yurdakul ve diğerlerinin (2012) geliştirdiği “Tekno-pedagojik Eğitim Yeterlik (TPAB-deep) ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek, beşli Likert tipi şeklinde 33 maddeden ve “Tasarım”, “Uygulama”, “Etik”, “Uzmanlaşma” olmak üzere dört alt boyut içermektedir. Ölçekten elde edilebilecek minimum puan 33, maksimum puan 165’tir. Kabakçı Yurdakul ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada ölçeğin güvenilirliğini belirlemeye yönelik Cronbach alfa katsayısı 0,95 ve mevcut çalışmada da 0,95 olarak hesaplanmıştır.

Teknoloji Entegrasyonu Öz-yeterlik Algıları Ölçeği:

Öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarını tespit etmek amacıyla Wang ve diğerlerinin (2004) geliştirdiği ve Türkçeye uyarlaması Ünal (2013) tarafından yapılmış olan “Teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları ölçeği” kullanılmıştır. Beşli Likert tipi şeklinde hazırlanan ölçek, “Bilgisayar Teknolojilerini Kullanma Öz-yeterliliği” ve “Bilgisayar Teknolojilerini Kullanma Öz-yeterliliği” olmak üzere iki boyutlu olup 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçekten minimum 19 puan, maximum ise 95 puan alınabilmektedir. Ünal (2013) tarafından teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algısı ölçeğinin güvenilirliğine ilişkin Cronbach alfa katsayısını 0,94 ve bu çalışmada yapılan güvenilirlik analizi sonucu 0,95 olarak hesaplanmıştır.

Görüşme Formu

Araştırmada nitel veriler, altı öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Görüşme soruları, araştırmacıların uygulamaya ilişkin gözlemleri ve alan notları ile alan yazından faydalanılarak nitel araştırma yöntemlerinde uzman iki fen eğitimi uzmanı tarafından hazırlanmıştır. Bu kapsamda, nicel verileri açıklamak ve derinlemesine irdelemenin yanı sıra katılımcıların uygulamalara ilişkin deneyimlerini ve öğrenme sürecine ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmak üzere aşağıda ifade edilen, dört açık uçlu soru içeren bir görüşme formu hazırlanmıştır:

1. Teknoloji odaklı fen eğitim uygulamalarının, teknolojiyi öğretim sürecinde kullanmaya yönelik bilgi ve becerilerinize ne gibi etkilerinin olduğunu düşünüyorsunuz?
2. Bu ders kapsamında aldığınız eğitimin, meslek hayatınızda derslerinizde teknoloji kullanımınıza ne gibi etkileri olacak?
3. Teknolojik uygulamalarla zenginleştirilmiş fen eğitimi ile öğrenciye neler kazandıracağınızı düşünüyorsunuz?
4. Yeniden bir teknoloji odaklı fen uygulamaları konusunda bizden benzer bir destek alacak olsaydınız yaptığımız uygulamada neleri değiştirmek isterdiniz?

Deneysel İşlem

Fen bilgisi öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında teknolojiyi kullanmalarını sağlamak ve bu anlamda gelişimlerini desteklemek amacıyla Özel Öğretim Yöntemleri-II dersinde 14 hafta boyunca ve haftada dört saat teknoloji odaklı fen uygulamaları eğitimi verilmiştir. Fene yönelik alan bilgilerini, sınıf ortamında uygun öğrenme yöntem ve teknikleri ile bütünleştirmelerini sağlayan bilgi ve becerilerin

kazandırılması hedeflenen bir ders olması nedeniyle Özel Öğretim Yöntemleri-II tercih edilmiştir. Tablo 1’de söz konusu dersin içeriği hakkında detaylı bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1. Haftalara Göre Planlanmış Eğitim Teknolojileri ve Uygulamaları

Hafta	Kullanılan Eğitim Teknolojileri	Kullanılan Teknolojik Uygulamalar
1. Hafta	Ders izlencesinin tanıtılması	-----
2. ve 3. Haftalar	Mobil uygulamalar	Vücudumuz 4D, Space 4D, Plickers, Sky map, Quizlet, Kahoot
4. Hafta	Artırılmış gerçeklik uygulamaları	Vücudumuz 4D, Space 4D, Quiver, Element 4D, Hp Reveal
5. Hafta	QR kodlar	“QR code generator” adlı web sitesi üzerinden QR kod oluşturma ve bir mobil araca indirilen QR kod okuyucunun kullanılması
6 ve 7. Haftalar	3B modelleme	“Bilgeiş” adlı kurumsal web sitesinden “3 boyutlu modellemeye giriş” derslerinin izlenmesi ve Tinkercad programında uygulamalar yapılması
8 ile 9. Haftalar	Simülasyon	Algodoo programı
10 ile 14. Haftalar arası	Kodlama	Scratch programı

Tablo 1’de dersin içeriğinde yer alan teknolojik uygulamaların belirlenmesinde güncel teknolojiler arasında ve fen eğitimine uygun olmalarına dikkat edilmiştir. 19 öğretmen adayı iki-üç kişilik gruplara ayrılmış ve oluşan altı grup Tablo 1’de belirtilen eğitim teknolojilerini paylaşmışlardır.

Birinci hafta, nicel veri toplama araçları katılımcılara ön test olarak uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına ders izlencesi tanıtılmış ve kendilerinden beklentilerin neler olduğu açıklanmıştır. Özellikle her hafta uygulamanın gerektirdiği bir mobil araçla derse katılmaları ve grupların seçtikleri uygulamalar ile ilgili 5E öğretim modeline göre bir ders planı hazırlamaları istenmiştir. Gruplar, teknoloji odaklı fen eğitimi etkinliklerini gerçek bir sınıf ortamında gibi gerçekleştirmiş olup öğretmen adaylarının performanslarına yönelik güçlü ve zayıf yönleri hakkında öz-değerlendirmeleri, akran değerlendirmeleri ve ders sorumlusunun görüşleri içeren tartışılmıştır. Ders süreci tamamlandıktan sonra diğer gruplardan, o haftanın konusu olan eğitim teknolojilerine yönelik sonraki hafta teslim etmek üzere etkinlik planı hazırlamaları beklenmiştir. Ders anlatım performansı ve etkinliklerin tasarlanması sürecinde öğretmen adayları adım adım takip edilmiş ve ilgili teknolojiye erişim, içerik oluşturma, materyal tasarlama ve geliştirme konularında onlara geri bildirim verilmiştir. Böylece onların teknolojinin fen öğretiminde kullanımı hakkında bilgi ve beceriler kazanmalarını sağlayarak TPAB yeterliklerinin ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik inançlarının gelişimi hedeflenmiştir.

İkinci hafta, fen eğitiminde mobil öğrenme yöntemi, mobil araçlar ve çeşitli mobil uygulamalar tanıtılmış, örnek teknolojik uygulamaları öğretmen adayları bizzat deneyimlemişlerdir. Üçüncü hafta, bir grup öğretmen adayı Vücudumuz 4D uygulamasını, duyu organlarına ait yapıları göstermek için ders planlarında derinleştirme aşamasında kullanmışlardır. Ayrıca quizlet ve kahoot programlarını da anlık değerlendirme için tercih etmişlerdir.

Dördüncü hafta, fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları tanıtılmış ve bir grup öğretmen adayı artırılmış gerçeklik uygulamalarına göre planlamış oldukları fen eğitimi dersini yürütmüşlerdir. Öğretmen adayları, bitki ve hayvan hücresi arasındaki farkları gözlemlene etkinliğini Quiver uygulamasını kullanarak derinleştirme aşamasında ve öğrencilerin organelleri iyi bir şekilde öğrenip öğrenmediğini gözlemleyebilmek için Hp Reveal uygulamasını değerlendirme aşamasında kullanmışlardır.

Beşinci hafta, öğretmen adaylarının fen eğitiminde QR kodların kullanımına yönelik bilgi ve beceriler kazanmaları sağlanmıştır. Benzer şekilde bir grup öğretmen adayı, destek ve hareket sistemine ait yapılara ilişkin bazı sorular içeren QR kodlar oluşturmuş ve insan maketi üzerindeki kısımlara yerleştirmiştir. Değerlendirme aşamasında hazırladıkları poster üzerinden QR kod okuyucu ile okutulan sorular, öğretmen adayları tarafından ilgili destek ve hareket sistemi yapıları ile eşleştirilmiştir.

Altıncı hafta, öğretmen adaylarına fen eğitiminde 3 boyutlu modellemenin teorik çerçevesinden bahsedilmiş ve öğretmen adayları “Bilgeiş” adlı kurumsal web sitesinden 3 boyutlu modellemeye etkili bir uygulama olan Tinkercad programının kullanımını “3 boyutlu modellemeye giriş” derslerini deneyimleyerek öğrenmişlerdir. Ardından Tinkercad programının fen eğitiminde kullanımına yönelik örnek uygulamalar

tasarlamışlardır. Yedinci Hafta, bir grup öğretmen adayı, açıklama aşamasında Tincercad programında sürdürülebilir kalkınma konusu odağında kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik bir çevre tasarlamışlardır.

Sekizinci Hafta, fen eğitiminde simülasyonların yeri ve öneminden bahsedilmiş, simülasyon kullanımında güncel bir program olan Algodoo tanıtılmıştır. Öğretmen adayları fen eğitimi içeriğine yönelik simülasyonlar hazırlayarak Algodoo kullanımına yönelik bilgi ve beceriler kazanmışlardır. Dokuzuncu hafta, bir grup öğretmen adayı, Algodoo programını derinleştirme aşamasında Güneş sistemini tasarlamak için kullanmışlardır.

10 ile 13. haftalar arasında öğretmen adaylarıyla fen eğitiminde kodlamanın önemi ve nasıl olması gerektiği hakkında bilgiler paylaşılmıştır. Kodlamada her yaş grubundan bireylerin rahatlıkla projeler üretebilecekleri bir uygulama olan Scratch tanıtılmış ve kullanımına yönelik detaylı bir eğitim verilmiştir. Son olarak 14. hafta, bir grup öğretmen adayı Scratch uygulamasında derinleştirme aşamasında canlıları tanıyalım konusu odağında kurbağanın yaşam döngüsünü anlatan bir etkinlik tasarlamışlardır. Uygulamaların ardından nicel veri toplama araçları katılımcılara son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca altı öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Öğretmen adaylarının uygulamalarından bazı örnekler Şekil 2' de sunulmuştur. Ders anlatım performansı gerçekleştiren öğretmen adayları yalnızca haftanın uygulamasını ders planlarına yansıtmakla kalmayıp öğrendikleri diğer uygulamalara da ders programlarında yer vermişlerdir. Örneğin, algodoo programı ile simülasyon temelli bir ders planı hazırlayan grup, değerlendirme aşamasında mobil uygulamalardan anlık değerlendirme (prezi, kahoot vb.) araçlarına başvurmuşlardır.

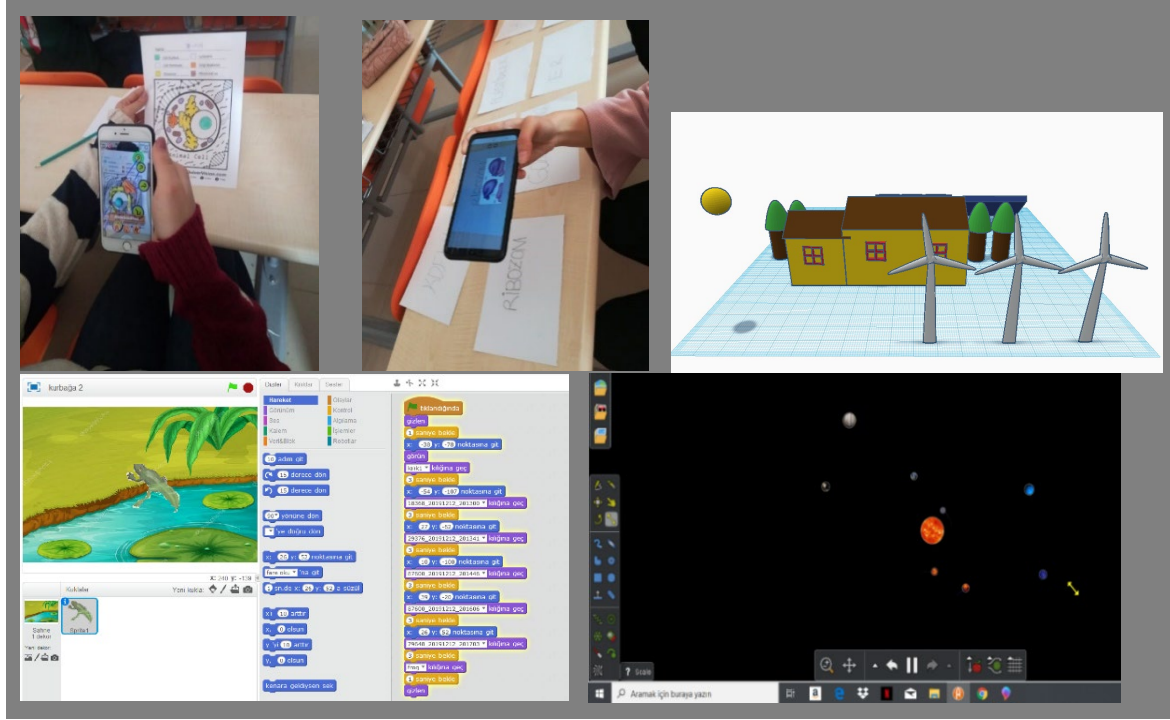
Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen nicel verilerin analizinden önce verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri incelenmiştir. Araştırmaya katılan kişi sayısı 30'un altında olduğu için verilerin normalliği Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş (Erkuş, 2013) ve istatistiksel bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Verilerin Normal Dağılımına İlişkin Bulgular

	Skewness	Std. Error of Skewness	Kurtosis	Std. Error of Kurtosis	Shapiro-Wilk		
					İstatistik	SD	p
TPAB Yeterlik Ön Test	-.788	.524	1,927	1,014	.927	19	.153
TPAB Yeterlik Son Test	.688	.524	-0,749	1,014	.907	19	.065
Öz-Yeterlik Ön Test	-.706	.524	1,683	1,014	.920	19	.114
Öz-Yeterlik Son test	.592	.524	1,384	1,014	.954	19	.455

Tablo 2 incelendiğinde, araştırmadan ortaya çıkan verilerin çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayılarının standart hatalarına oranının ± 2 arasında (TPAB yeterlik ön test sonucu basıklık değeri hariç) (George & Mallery, 2010) ve Shapiro-Wilk testinde de anlamlılık (Sig.) değerinin $p > .05$ olması (Creswell, 2012) nedeniyle verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir. Yapılan analizlerle birlikte araştırma verilerinin normal dağılım gösterdiğine karar verilmiştir. Bu doğrultuda araştırmada veriler analiz edilirken parametrik testler uygulanmıştır. Araştırmada ön test ve son testler arasındaki farklılık bağımlı gruplar t-testi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçların etki büyüklüğü Cohen'in d değerine göre belirlenmiştir. Hesaplamalar sonucunda Cohen'in d etki büyüklüğü; $d < 0.2$ ise çok küçük (çok az), $0.2 < d < 0.5$ ise küçük (az), $0.5 < d < 0.8$ ise orta, $0.8 < d < 1$ ise büyük ve $1 < d$ ise çok büyük etki olarak yorumlanmıştır (Cohen, 1988).



Şekil 3. Uygulamalardan bazı örnekler

Görüşmelerden ortaya çıkan nitel veriler betimsel analize tabi tutulmuştur. Nicel veri toplama araçları doğrultusunda TPAB ve Teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları temalar olarak belirlenmiştir. Kategoriler ise ölçeklerin alt boyutlarından oluşmaktadır. Kodlamaların belirlenen temalar ve kategoriler altında yapılması planlanmıştır. Betimsel analiz sürecinde veriler detaylı olarak incelenmiş ve kodlar oluşturulmuştur. Aralarında ilişki olabileceği düşünülen kodlar birleştirilerek belirlenen kategorilere bu kodların yerleşip yerleşmeyeceği değerlendirilmiştir. Elde edilen nitel veriler, nicel verileri yorumlamak, açıklamak ve derinleştirmek amacıyla betimleyici bir üslupla ifade edilmiştir. Nitel verilerin inandırıcılığı ve aktarılabilirliğini sağlamak amacıyla bazı önlemler alınmıştır. Görüşme formu uzmanların görüşleri doğrultusunda hazırlanmıştır. Katılımcıların belirlenmesinde farklı uygulamalara göre ders anlatım performansı gerçekleştiren altı gruptan birer öğretmen adayı olmasına dikkat edilerek çeşitleme sağlanmıştır. Elde edilen bulgulara ilişkin iki katılımcının görüşleri alınmıştır. Ayrıca nitel veri toplama ve analiz süreci detaylı açıklanmış olup kategori ve kodlar kullanılarak nicel veriler desteklenmiştir. Araştırmacı ilk kodlamanın ardından beş ay sonra yeniden kodlama yapmıştır. Bazı kodlarda birleşme olurken çok az sayıda yeni kodlar tespit edilmiştir. Birinci kodlamaya göre ikinci kodlamadaki farklılıklar daha çok kodların oluşturulmasındadır. Ancak araştırmanın tamamına yönelik tema, kategori ve kodların sayılarında herhangi bir değişiklik bulunmamaktadır. Araştırmanın nitel boyutunda katılımcıların ifadelerinden doğrudan alıntılara yer verilmiş olup nitel veri toplama süreci detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Görüşme yapılan öğretmen adayları Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5 ve Ö6 şeklinde kod isimlerle anılmaktadır.

Bulgular

Uygulamanın Öğretmen Adaylarının TPAB Yeterliklerine Etkisi

Araştırmada teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerine etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda t testine ilişkin sonuçlar Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. Uygulamaların Öğretmen Adaylarının TPAB Yeterliklerine Etkisine İlişkin Bulgular

Tekno-pedagojik Eğitimin Alt Boyutları		n	X	S	sd	t	p
Tasarım	Ön test	19	38,10	4,58	18	-2,948	.009
	Son test	19	41,52	3,99			
Uygulama	Ön test	19	48,16	5,49	18	-2,210	.040
	Son test	19	51,16	5,04			

Etik	Ön test	19	24,16	2,67	18	-2,898	.010
	Son test	19	25,79	2,42			
Uzmanlaşma	Ön test	19	17,74	2,31	18	-3,347	.004
	Son test	19	19,95	2,32			
TPAB Yeterlik (Genel)	Ön test	19	128,16	14,02	18	-2,948	.009
	Son test	19	138,42	12,76			

Teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, bağımlı gruplar t testi ile öğretmen adaylarının uygulamalardan önce ve uygulamalardan sonra puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Test sonucunda, öğretmen adaylarının uygulamalardan önce puan ortalamaları ($\bar{X} = 128,16$) ile uygulamalardan sonra puan ortalamaları ($\bar{X} = 138,42$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($p < .05$). Cohen d (d) etki büyüklüğü katsayısı ($d = 0,7$) hesaplanarak aralarındaki farkın orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. TPAB yeterlikleri alt boyutları bakımından incelendiğinde, öğretmen adaylarının uygulama öncesi puan ortalamaları (Tasarım ($\bar{X} = 38,10$), Uygulama ($\bar{X} = 48,16$), Etik ($\bar{X} = 24,16$), Uzmanlaşma ($\bar{X} = 17,74$)) ile uygulama sonrası puan ortalamaları (Tasarım ($\bar{X} = 41,52$), Uygulama ($\bar{X} = 51,16$), Etik ($\bar{X} = 25,79$), Uzmanlaşma ($\bar{X} = 19,95$)) arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p < .05$). Tasarım ve etik alt boyutlarına ilişkin etki büyüklüğü ($d = 0,7$), uygulama alt boyutu etki büyüklüğü ($d = 0,5$) ve uzmanlaşma alt boyutuna yönelik etki büyüklüğü ($d = 0,8$) olarak hesaplanmış ve farkın orta düzeyde olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB'ın alt boyutlarında ve TPAB yeterlikleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen görüşmelerde, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının, öğretmen adaylarının teknolojiyi öğretim sürecinde kullanmaya yönelik bilgi ve becerilerine etkilerine yönelik görüşleri tasarım, uygulama, etik ve uzmanlaşma kategorilerine göre analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarından bazılarının, kazanımlara uygun teknolojik uygulamaları belirleyebilme (Ö1, Ö6), teknolojiyi sınıf düzeyine göre öğretime entegre edebilme (Ö4) ve teknolojik araçların işlevini anlama (Ö1) şeklinde kodlanan görüşleri, TPAB eğitim yeterlikleri bağlamında tasarım kategorisine alınmıştır. Bu çerçevedeki görüşünü Ö1 "*Hangi kazanıma hangi teknolojiyi uygulayabileceğimi çok rahatlıkla çözebiliyorum. Artırılmış gerçekliği hangisinde simülasyon hangi durumda kullanılabilir biliyorum.*" cümleleriyle ifade etmiştir.

Öğretmen adaylarının uygulama kategorisi altında yer alan ifadeleri, teknolojik uygulamaları öğrenme (Ö2, Ö3, Ö5, Ö6), teknolojik uygulamalarla kavramları somutlaştırabilme (Ö2, Ö5, Ö6), teknolojiyi derse entegre edebilme (Ö1, Ö3), teknolojik uygulamaların kullanımını öğretebilme (Ö2, Ö3), teknoloji kullanarak dersleri eğlenceli hale getirebilme (Ö1) şeklinde kodlanmıştır. Bu kategoriyle ilgili Ö3 görüşünde "*Uygulamaları kullanmayı öğrendik, öğrencilere nasıl öğreteceğimizi öğrendik. Biz öğrendikten sonra, konularda nasıl kullanabileceğimizi öğrendik.*" ifadesine yer vermiştir.

Etik kategorisi altında yalnızca iki öğretmen adayının düşünceleri teknolojinin sağlıklı kullanımı (Ö1, Ö2) şeklinde ifade edilmiştir. Bu konuda Ö1 görüşlerini "*...FATİH projesinde neden öğrenciler için tablet dağıtıldığını anlayamamıştım. Ama şimdi öğrenciler için çok iyi bir imkan olduğunu anladım. Akıllı tahta mesela...Tablet üzerinden artırılmış gerçekliği öğrenciye çok güzel yaptırabiliriz. Akıllı tahtada simülasyon oluşturabiliriz. O projeyi (FATİH) yeni yeni kavramaya başladım. Önceden niçin tablet dağıttılar. Öğrenci sürekli derste tabletle oynar diye düşünürdüm. Ama yeni yeni işlevini anlamaya başladım.*" şeklinde ifade etmiştir.

Son olarak uzmanlaşma kategorisinde öğretmen adaylarının ifadeleri, teknoloji kullanımı ile öğrenmeyi kolaylaştırabilme (Ö4, Ö5, Ö6), teknoloji odaklı deney tasarlayabilme (Ö1) ve teknoloji kullanımı ile kavram yanılgılarını önleyebilme (Ö4) biçiminde kodlanmıştır. Ö6 görüşünde "*Aslında daha çok kolaylaştı işimiz. 3D, 4D olunca daha rahat ve anlaşılır. Kavram yanılgıları olmasını engelleyecek öğrencide. Bu gibi faydaları olduğunu düşünüyorum. Bazı Anlaşılması zor konularda kullanılabileceğimi düşündüm...*" biçiminde düşüncelerini belirtmiştir.

Uygulamanın Öğretmen Adaylarının Teknoloji Entegrasyonu Öz-Yeterlik Algılarına Etkisi

Araştırmada, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretime teknolojiyi entegre etmeye yönelik öz-yeterlik algılarına etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda Tablo 5'te t testi

sonuçları verilmiştir.

Tablo 5. Uygulamaların Öğretmen Adaylarının Teknoloji Entegrasyonu Öz-Yeterlik Algılarına Etkisine İlişkin Bulgular

Teknoloji Entegrasyonu Öz-Yeterlik Algıları Alt Boyutları		n	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Bilgisayar Teknolojilerini Kullandırma Öz-Yeterlik Algısı	Ön test	19	23,79	3,12	18	-,379	.185
	Son test	19	24,89	2,40			
Bilgisayar Teknolojilerini Kullanma Öz-Yeterlik Algısı	Ön test	19	49,89	6,60	18	-1,353	.193
	Son test	19	52,21	4,85			
Teknoloji Entegrasyonu Öz-Yeterlik Algıları (Genel)	Ön Test	19	73,68	9,56	18	-1,402	.178
	Son test	19	77,11	6,98			

Teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretime teknolojiyi entegre etmeye yönelik öz-yeterlik algılarına etkisinin incelendiği araştırmada, bağımlı gruplar t testi ile öğretmen adaylarının uygulamadan önce ve uygulamadan sonra öz-yeterlik algıları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. İnceleme sonucunda, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları puan ortalamalarının ($\bar{X} = 77,11$), ön test puan ortalamalarından ($\bar{X} = 73,68$) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada son test ve ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p > .05$). Elde edilen sonuçlar, uygulamanın öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarını olumlu yönde etkilese de anlamlı düzeyde fark oluşturmadığını göstermiştir. Teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları alt boyutları bakımından incelendiğinde, öğretmen adaylarının uygulama öncesi puan ortalamaları (Bilgisayar teknolojilerini kullandırma öz-yeterlik algısı ($\bar{X} = 23,79$), Bilgisayar teknolojilerini kullanma öz-yeterlik algısı ($\bar{X} = 49,89$) ile uygulama sonrası puan ortalamaları (Bilgisayar teknolojilerini kullandırma öz-yeterlik algısı ($\bar{X} = 24,89$), Bilgisayar teknolojilerini kullanma öz-yeterlik algısı ($\bar{X} = 52,21$) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p > .05$). Bilgisayar teknolojilerini kullandırma öz-yeterlik algısı alt boyutuna ilişkin etki büyüklüğü ($d = 0,4$), Bilgisayar teknolojilerini kullanma öz-yeterlik algısı alt boyutuna ilişkin etki büyüklüğü ($d = 0,4$) ve Teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları (genel) puanlarına ilişkin etki büyüklüğü ($d = 0,4$) olarak hesaplanmış ve farkın az düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen görüşmelerde teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının, öğretmen adaylarının bilgisayar teknolojilerini kullanma öz-yeterlik algısına etkileri incelenmiştir. Görüşmeye katılan öğretmen adaylarının çoğu bilgisayar teknolojilerini derse entegre edebilme ve teknolojileri derste verimli kullanabilme konusunda öz-yeterlik inançları üzerine olumlu etkilerini içeren ifadeler kullanmıştır. “Bilgisayar teknolojilerini kullanma öz-yeterlik algısı” kategorisi altında, kavramların derinlemesine öğrenilmesini sağlayabilme (Ö1, Ö2, Ö4), yapılamayan deney, gözlem vs, için teknolojiyi kullanabilme (Ö1, Ö2), derse uygun teknolojiyi belirleyebilme (Ö1, Ö4), öğrencilerin bilime merakını artırabilme (Ö1), düz anlatımdan daha etkili olması (Ö6), yaratıcı düşünmeyi sağlaması (Ö5) ve çağa ayak uydurmayı sağlaması (Ö5) şeklinde kodlar yer almaktadır. Öğretmen adaylarının ifadelerinden bir örnek: “Teknolojiyi kesinlikle kullanacağım, Her ders olmasa bile çoğu derste kullanırım. Bir hareket sistemini anlatırken vücudumuz 4dyi kullanabilirim. Artırılmış gerçeklik uygulamasında Space 4D kullanarak öğrencilerin uzaya merakını artırabilirim.” (Ö1). Teknoloji kullanımı konusunda yalnızca iki öğretmen adayının olumsuz görüşleri, teknolojik araçların teminin zor olması (Ö3, Ö4), zaman yetersizliği (Ö3), öğrencileri değerlendirmenin zor olması (Ö3) ve teknoloji kullanımının zor olması (Ö3) kodları ile ilişkilendirilmiştir. Bu kategorilere ilişkin öğretmen adaylarının düşüncelerinden bir örnek: Kullanmayı çok isterim ama yetiştirebilecek miyim, öğrendiler mi öğrenmediler mi yararlı olacak mı? Bunlar açısından... Çünkü hem sınırlılıkları var hem de yararları var. Sınırlılıkları mesela onlarda tablet, telefon yok vb, yok hiçbirinde. Bu teknolojileri nasıl sağlar da öğretim gibi kaygılar olduğu için muhtemelen zor ama kullanmak isterim tabi.” (Ö3)

Gerçekleştirilen uygulamanın öğretmen adaylarının bilgisayar teknolojilerini kullandırma öz-yeterlik algılarına etkisi “teknoloji kullanımında öğrencilere rehberlik edebilme” (Ö2, Ö3) ve “teknolojinin etkili kullanımını sağlayabilme” (Ö2, Ö3) kodlarıyla belirtilmiş olup bu kategoride yalnızca iki öğretmen adayı görüşlerini belirtmiştir. Ö2 bununla ilgili olarak “...Öğrencilere de teknolojinin hangi yönde kullanıldığında faydalı olacağını öğretebilecek kapasiteye geldim. Onlara hangi uygulamalar faydalı hangi uygulamalar zararlı öğretebilirim...” şeklinde bir açıklama yapmıştır. Yapılan görüşmeler, öğretmen adaylarının uygulama sonrasında teknoloji entegrasyonu konusunda öz-yeterlik algılarının yükseldiğini göstermektedir. Ancak öğretmen adaylarına

teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamaları dersine ilişkin görüşleri sorulduğunda büyük çoğunluğu (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5) uygulamalara özellikle kodlamaya ayrılan sürenin yeterli olmadığını dile getirmiştir. Örneğin, Ö4 *“Daha az uygulama olabilir, Daha rahat öğrenmek için, Artırılmış gerçeklik çok zor değil ama bazı uygulamalar için daha çok zaman ayrılabilirdi.”* şeklinde görüşünü dile getirmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, öğretmen adaylarının uygulamalardan önceki puan ortalamaları ile uygulamalardan sonraki puan ortalamaları arasında orta düzeyde anlamlı bir farklılık görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının öğretmen adaylarının TPAB yeterlikleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Bu sonuca göre, uygulamanın öğretmen adaylarının teknolojik uygulamaları kullanabilme, bir teknolojiyi fen dersine entegre edebilme vb. açılardan bilgi ve beceriler kazanmalarında etkili olduğu söylenebilir. Benzer şekilde öğretmen adaylarına teknolojik araçları öğrenme ve uygulama fırsatı sunulduğunda TPAB yeterliklerinin gelişimine etkisini belirleyen birçok araştırma sonucu bulunmaktadır (Aktaş & Özmen, 2022; Canbazoglu Bilici ve diğerleri, 2016; Ceylan ve diğerleri, 2014; Chai ve diğerleri, 2011; Ersoy ve diğerleri, 2016). Ayrıca araştırmada, tasarım, uygulama, etik ve uzmanlaşma boyutlarındaki uygulama öncesi ve sonrası en az değişimin etik boyutunda olduğu tespit edilmiş olup alan yazında benzer araştırma sonuçları bulunmaktadır (Ersoy ve diğerleri, 2016; Yaman & Dulkadir Yaman, 2021). Genel olarak çalışmada, TPAB alt boyutları olan tasarım, uygulama, etik ve uzmanlaşma alanlarında gelişmeler olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçla birlikte deneysel müdahale sürecinde yer alan içeriklerin öğretmen adaylarının bu boyutlar çerçevesinde ilerleme kaydetmelerini sağladığı ve böylece uygulamanın etkili olduğu söylenebilir. Aynı zamanda görüşmelerde de teknoloji odaklı etkinliklerin, öğretmen adaylarının TPAB ile ilgili olarak tasarım, uygulama, etik ve uzmanlaşma boyutlarındaki yeterliklerine olumlu yöndeki etkileri ortaya çıkmaktadır. Daha detaylı olarak görüşmelerde, tasarıma yönelik kazanımlara uygun teknolojik uygulamaları belirleyebilme, teknolojiyi sınıf düzeyine göre öğretime entegre edebilme ve teknolojik araçların işlevini anlamaya yönelik bilgi ve beceri kazandıklarını belirtmişlerdir. Uygulama boyutuna yönelik olarak teknolojik uygulamaları öğrenme, teknolojik uygulamalarla kavramları somutlaştırabilme, teknolojiyi derse entegre edebilme, teknolojik uygulamaların kullanımını öğretebilme ve teknoloji kullanarak dersleri eğlenceli hale getirebilme bakımından gelişme gösterdikleri tespit edilmiştir. Etik boyutunda, teknolojinin sağlıklı kullanımına yönelik farkındalık kazandıkları ortaya çıkmıştır. Son olarak uzmanlaşma boyutunda ise yapılan uygulamanın teknoloji kullanımı ile öğrenmeyi kolaylaştırabilme, teknoloji odaklı deney tasarlayabilme ve teknoloji kullanımı ile kavram yanlışlarını önleyebilmeleri açısından etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Aktaş ve Özmen (2022) araştırmalarında, öğretmen adaylarına yeni teknolojiler tanıtıldığında, onların bu teknolojileri dersin farklı aşamalarında (giriş, keşfetme vb.) kullanabildiklerini, geleneksel yöntemlerle açıklamanın zor olduğu bazı fen kavramlarını simülasyon gibi teknolojik uygulamalarla kolaylıkla açıklayabildiklerinin ve böylece işlerinin kolaylaştığının farkına vardıkları sonucuna ulaşmıştır. Özetle, görüşmeden elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının gerçekleştirilen uygulama aracılığıyla TPAB eğitim yeterlikleri ve alt boyutları konusundaki bilgilerinin arttığını göstermiştir. Bu sonuca ulaşılmasının birçok nedeni olabilir. Öncelikle artırılmış gerçeklik uygulamaları, scratch temelli kodlama gibi yeni teknolojik araçların tanıtımı ve ardından gerçekleştirilen örnek ders sunumları bir neden olarak düşünülebilir. Önceki araştırmalarda da öğretmen adaylarına çeşitli teknolojik araçların fen eğitimindeki kullanımı ve uygulanmasına yönelik bilgi ve beceriler sunulduğunda TPAB yeterlik seviyelerinde artış olduğu tespit edilmiştir (Aktaş & Özmen, 2022; Canbazoglu Bilici ve diğerleri, 2016; Guzey & Roehrig, 2009). Öğretmen adaylarının TPAB yeterliklerinin gelişiminde, sınıf tartışmalarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Baran ve diğerleri (2019), öğretmen adaylarının TPAB seviyelerinin, en çok rol modeller görmek, eğitime teknolojinin katkılarının farkına varmak ve sınıfta teknoloji odaklı ders sunumları esnasında karşılaştıkları zorlukları tartışmak gibi stratejilerden etkilendiğini rapor etmişlerdir.

Araştırmada incelenen bir diğer boyut, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretime teknolojiyi entegre etmeye yönelik öz-yeterlik algılarına etkisidir. İnceleme sonucunda, öğretmen adaylarının öğretime teknolojiyi entegre etmeye yönelik öz-yeterlik algıları son-test

puan ortalamalarının, ön-test puan ortalamalarından yüksek olduğu ancak ön ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bu ölçeğin, bilgisayar teknolojilerini kullandırmaya ve kullanmaya yönelik öz-yeterlik algısı alt boyutlarında da son test puan ortalamalarının ön teste göre yüksek olduğu ancak ön-son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar, uygulamanın öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarını olumlu yönde etkilese de anlamlı düzeyde fark oluşturmadığını göstermiştir. Öğretmen adaylarının görüşmelerde, teknoloji odaklı fen eğitimi uygulamalarına ilişkin genel değerlendirmeleri, eğitim teknolojilerine özellikle kodlamaya ayrılan sürenin yeterli olmadığı yönündedir. Bu durum, teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algısı ölçeğinde ön ile son uygulama arasında anlamlı bir fark oluşmamasının bir nedeni olabilir. Öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları arasında anlamlı fark bulunamamıştır ancak görüşme verilerindeki ifadelerden çıkan kodlar etki olduğunu göstermektedir. Görüşme sonuçlarına göre, teknoloji odaklı fen eğitim uygulamalarının kavramların derinlemesine öğrenilmesini sağlayabilme, yapılamayan deney, gözlem vs. için kullanabilme, derse uygun teknolojiyi belirleyebilme, öğrencilerin bilime merakını artırabilme, düz anlatımdan daha etkili olması, yaratıcı düşünmeyi sağlaması ve çağa ayak uydurmayı sağlaması yönüyle öğretmen adaylarının bilgisayar teknolojilerini kullanma öz-yeterlik algılarına olumlu etkisinin olduğu düşünülmektedir. Uygulamanın, bilgisayar teknolojilerini kullandırma öz-yeterlik algıları bağlamında ise yalnızca teknoloji kullanımında öğrencilere rehberlik edebilme ve teknolojinin etkili kullanımını sağlayabilme yönünden etkili olduğu ifade edilmiştir. Görüşme sonuçları, bilgisayar teknolojilerini kullandırma kategorilerine ilişkin ifadelerin sınırlı kaldığını göstermiştir. Özetle, yapılan görüşmelerde, öğretmen adaylarının uygulama sonrasında teknoloji entegrasyonu konusunda öz-yeterlik algı seviyelerinde görece az da olsa gelişme tespit edilmiştir. Alan yazında bu konuda fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan araştırmalara ulaşılmadığı için mevcut araştırma sonucu, çeşitli branşlardan öğretmen adaylarıyla yapılan araştırma sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmalarda teknoloji destekli eğitim uygulamalarının öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına olumlu yönde etkisini ortaya koymaktadır (Abbitt, 2011; Lee & Lee, 2014, Ünal ve diğerleri, 2017; Wang ve diğerleri, 2004; Yıldız Durak, 2021). Örneğin, Ünal ve diğerleri (2017) araştırmalarında, öğretim uygulamaları dersinin öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algı seviyelerine olumlu etkileri olduğunu belirlemiştir. Yine alan yazında (Wang ve diğerleri, 2004), eğitim teknolojileri dersini alan öğretmen adaylarının öğrenme deneyimlerinin, teknolojiyi mesleki yaşamlarında kullanabilmeleri için özgüvenlerine diğer bir deyişle teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Bu sonuçlardan hareketle, öğretmen adaylarının 21. yüzyılın gerektirdiği teknolojik bilgi ve beceri yönünden donanımlı olmalarını sağlayan güncel eğitim uygulamalarıyla yetiştirilmelerinin ne denli gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Bu bakımdan özellikle alan eğitimi derslerinin içerikleri, teknoloji odaklı ve güncel eğitim uygulamalarını içerecek şekilde düzenlenebilir. Bu sayede teknolojiyi mesleki yaşamlarında etkili ve verimli bir şekilde kullanmalarını sağlayan TPAB yeterliklerini kazanmaları ve teknolojiyi sınıf ortamında kullanmaya yönelik kendilerini yeterli hissetmeleri mümkün olacaktır. Ayrıca araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algı seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş olup görüşmelerde öğretmen adaylarının teknolojik uygulamalara daha çok zaman ayrılması gerektiği yönündeki görüşlerinin bu durumun bir nedeni olarak düşünülmüştür. Bu durumun arkasındaki faktörleri derinlemesine inceleyen kontrol gruplu deneysel araştırmaların yapılması önerilmektedir. Son olarak, bu araştırmada cinsiyet dağılımı uygun olmadığı ve katılımcılar yalnızca fen bilgisi öğretmen adaylarından oluştuğu için bu ve benzeri demografik değişkenlerin etkisi dikkate alınmamıştır. Bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara, teknoloji ile zenginleştirilmiş eğitim uygulamalarının mevcut araştırma kapsamında belirlenen TPAB ve teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisini cinsiyet, ailenin ekonomik durumu vb. demografik değişkenlere göre incelemeleri önerilmektedir.

Yazarın Beyanı

Araştırmacıların katkı oranı beyanı: Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hale getirilmesinde sadece tek bir araştırmacı yer almıştır.

Etik Kurul Kararı: Bu araştırma, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Etik kurulunun 21/04/2021 tarihli ve

2100016671 sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.

Çatışma beyanı: Araştırmacının araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

Destek ve teşekkür: Bu araştırmada herhangi bir kurum, kuruluş ya da kişiden destek alınmamıştır.

Kaynaklar

- Abbitt, J. T. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among pre-service teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 27(4), 134-143. <https://doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670>
- Aktaş, İ., & Özmen, H. (2020). Investigating the impact of TPACK development course on pre-service science teachers' performances. *Asia Pacific Education Review*, 21(4), 667-682. <https://doi.org/10.1007/s12564-020-09653-x>
- Aktaş, İ., & Özmen, H. (2022). Assessing the performance of Turkish science pre-service teachers in a TPACK-practical course. *Education and Information Technologies*, 27(3), 3495-3528. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10757-z>
- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K., & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: A matter of utility. *Computers & Education*, 166, 104159. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104159>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., Albayrak-Sari, A., & Tondeur, J. (2019). Investigating the impact of teacher education strategies on preservice teachers' TPACK. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 357-370. <https://doi.org/10.1111/bjet.12565>
- Birişçi, S., & Kul, Ü. (2019). Predictors of technology integration self-efficacy beliefs of pre-service teachers. *Contemporary Educational Technology*, 10(1), 75-93. <https://doi.org/10.30935/cet.512537>
- Boland, D. (2008). *An analysis of factors affecting teachers' technology integration as perceived by high school teachers*. TUI University. College of Education.
- Canbazoglu Bilici, S., Guzey, S., & Yamak, H.(2016). Assessing pre-service science teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) through observations and lesson plans. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 237-251. <https://doi.org/10.1080/02635143.2016.1144050>
- Caner, M. & Aydın, S. (2021). Self efficacy beliefs of pre-service teachers on technology integration. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 22(3), 79-94. <https://doi.org/10.17718/tojde.961820>
- Ceylan, B., Türk, M., Yaman, F., & Kabakçı-Yurdakul, I. (2014). Determining the changes of information and communication technology guidance teacher candidates' technological pedagogical content knowledge competency, information and communication technology usage phases and levels. *Journal of Theory and Practice in Education*, 10(1), 171-201.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., Tsai, C. C., & Tan, L. L. W. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Meaningful Learning with Information and Communication Technology (ICT). *Computers & Education*, 57(1), 1184-1193. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.007>
- Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & Education*, 105, 14-30. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.005>
- Cheah, Y. H., Chai, C. S., & Toh, Y. (2019). Traversing the context of professional learning communities: Development and implementation of technological pedagogical content knowledge of a primary science

teacher. *Research in Science & Technological Education*, 37(2), 147–167.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1504765>

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.

Erkuş, A. (2013). *Davranış bilimleri için bilimsel araştırma süreci* (4. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Ersoy, M., Kabakçı Yurdakul, I. & Ceylan, B. (2016). Öğretmen adaylarının BİT becerileri ışığında teknolojik içerik bilgisine ilişkin yeterliklerinin incelenmesi: Deneysel bir araştırma. *Eğitim ve Bilim*, 41(186), 119-135. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2016.6345>

Farjon, D., Smits, A., & Voogt, J. (2019). Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. *Computers & Education*, 130, 81-93.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.010>

Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2019). *IEA international computer and information literacy Study 2018 assessment framework*. IEA. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-19389-8>

Gao, P., Wong, A. F.L., Choy, D. & Wu, J. (2011) Beginning teachers' understanding performances of technology integration. *Asia Pacific Journal of Education*, 31(2), 211-223.
<https://doi.org/10.1080/02188791.2011.567003>

George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference, 17.0 update* (10th ed.). Pearson.

Gil-Flores, J., Rodríguez-Santero, J., & Torres-Gordillo, J.-J. (2017). Factors that explain the use of ICT in secondary education classrooms: The role of teacher characteristics and school infrastructure. *Computers in Human Behavior*, 68, 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.057>

Guzey, S. S., & Roehrig, G. H. (2009). Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 25–45.

Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. (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. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782536>

Janssen, N., Knoef, M., & Lazonder, A. W. (2019). Technological and pedagogical support for pre-service teachers' lesson planning. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(1), 115-128.
<https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1569554>

Kabakçı Yurdakul, I., Odabaşı, H. F., Kılıçer, K., Çoklar, A. N., Birinci, G., & Kurt, A.A. (2012). The development, validity and reliability of TPAB-deep: A technological pedagogical content knowledge scale. *Computers & Education*, 58(3), 964-977. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.012>

Kapici, H. O., & Akcay, H. (2020). Improving student teachers' TPACK self-efficacy through lesson planning practice in the virtual platform. *Educational Studies*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/03055698.2020.1835610>

Keser, H., Karaoğlu Yılmaz, F. G., & Yılmaz, R. (2015). TPAB competencies and technology integration self-efficacy perceptions of pre-service teachers. *Elementary Education Online*, 14(4), 1193-1207.
<https://doi.org/10.17051/eeo.2015.65067>

Kimm, C. H., Kim, J. Baek, E. O., & Chen, P. (2020). Pre-service teachers' confidence in their ISTE technology-competency. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(2), 96-110.
<https://doi.org/10.1080/21532974.2020.1716896>

Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues*

in Technology and Teacher Education, 9(1), 60-70.

- Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.012>
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Lim, W. Y. (2017). Teacher professional development for TPACK-21CL: Effects on teacher ICT integration and student outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, 55(2), 172-196. <https://doi.org/10.1177/0735633116656848>
- Lambert, J., Gong, Y. & Cuper, P (2008). Technology, transfer and teaching: The impact of a single technology course on preservice teachers' computer attitudes and ability. *Journal of Technology and Teacher Education*, 16(4), 385-410.
- Lee, C. J., & Kim, C. M. (2014). An implementation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course. *Education Technology Research Development*, 62, 437-460. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9335-8>
- Lee, Y., & Lee, J. (2014). Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for technology integration through lesson planning practice. *Computers & Education*, 73, 121-128. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.001>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. MEB.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. MEB.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. MEB.
- Mishra, P. (2019). Considering contextual knowledge: The TPACK diagram gets an upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76-78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mishra, P., & Koehler, M. (2007). Technological pedagogical content knowledge (TPCK): Confronting the wicked problems of teaching with technology. C. Crawford et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference* içinde (ss.2214-2226). Association for the Advancement of Computing in Education.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2008, March 24-28). *Introducing technological pedagogical content knowledge* [Panel presentation]. Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York City. http://www.matt-koehler.com/publications/Mishra_Koehler_AERA_2008.pdf
- Mouza, C. (2016). Developing and assessing TPACK among pre-service teachers: A synthesis of research. Herring, M. C., Koehler, M. J. , & Mishra, P. (Eds.) *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators: Second edition* içinde (ss.169-190). Taylor and Francis Inc.
- Nathan, E. J. (2009). *An examination of the relationship between preservice teachers' level of technology integration self-efficacy (TISE) and level of technological pedagogical content knowledge (TPACK)* [Unpublished doctorate thesis]. University of Houston.
- Nelson, M. J., & Hawk, N. A. (2020). The impact of field experiences on prospective preservice teachers' technology integration beliefs and intentions. *Teaching and Teacher Education*, 89, 103006. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.103006>
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2015). *Students, computers and learning: Making the connection*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>

- Ottenbreit-Leftwich, A., Liao, J. Y. C., Sadik, O., & Ertmer, P. (2018). Evolution of teachers' technology integration knowledge, beliefs, and practices: How can we support beginning teachers use of technology? *Journal of Research on Technology in Education*, 50(4), 282–304. <https://doi.org/10.1080/15391523.2018.1487350>
- Sancar Tokmak, H., Incikabi, L. & Ozgelen, S. (2013). an investigation of change in mathematics, science, and literacy education pre-service teachers' TPACK. *Asia-Pacific Education Researcher* 22(4), 407–415. <https://doi.org/10.1007/s40299-012-0040-2>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge Growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Smith, S. M. (2001). The four sources of influence on computer self-efficacy. *Delta Pi Epsilon Journal*, 43(1), 27–39.
- Sungur Gül, K., & Saylan Kırmızıgül, A. (2022). Algodoo based STEM education: A case study of pre-service science teachers. *Education and Information Technologies*, 28, 4203–4220. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11348-2>
- Tondeur, J., Pareja Roblin, N., van Braak, J., Voogt, J., & Prestridge, S. (2017). Preparing beginning teachers for technology integration in education: Ready for take-off?. *Technology, Pedagogy and Education*, 26(2), 157–177. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2016.1193556>
- Tseng, J. J., Cheng, Y. S., & Yeh, H. N. (2019). How pre-service English teachers enact TPACK in the context of web-conferencing teaching: A design thinking approach. *Computers & Education*, 128, 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.022>
- Ünal, E. (2013). Öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algıları ve teknolojik pedagojik içerik bilgisi yeterlikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Ünal, E., Yamaç, A., & Uzun, A. M. (2017). The effect of the teaching practice course on pre-service elementary teachers' technology integration self-efficacy. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 5(3), 39–53.
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P., & Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.008>
- Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004) Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231–250. <https://doi.org/10.1080/15391523.2004.10782414>
- Yaman, F. & Dulkadir Yaman, N. (2021). Öğretim teknolojileri dersinin öğretmen adaylarının tekno-pedagojik yeterliklerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 60, 22–49.
- Yıldız Durak, H. (2021). Modeling of relations between K-12 teachers' TPACK levels and their technology integration self-efficacy, technology literacy levels, attitudes toward technology and usage objectives of social networks. *Interactive Learning Environments*, 29(7), 1136–1162. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1619591>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Integrating technology into the teaching process to improve learning and teaching processes is seen as an important educational innovation in the 21st century (Backfisch et al., 2021). The emergence of new technologies and their widespread use in educational environments make the concepts of technology, pedagogy, and content important (Keser et al., 2015). The relationship explaining the theoretical structure between pedagogy, content, and technology knowledge was developed by Mishra and Koehler (2007) as Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). TPACK consists of three interrelated main components: Teachers' Technology Knowledge (TB), Pedagogical Knowledge (PB), and Content Knowledge (AB) (Harris et al., 2009). Another important factor for teachers to integrate new technologies into the learning-teaching process is their self-efficacy perceptions for integrating technology (Gil-Flores et al., 2017; Wang et al., 2004). According to Bandura (1997), self-efficacy refers to one's judgment about one's competence to perform a certain task(s). The current research focused on investigating the impacts of technology-focused science education training on pre-service science teachers' TPACK competencies and self-efficacy beliefs for technology integration.

Method

The one group pretest-posttest design was conducted in the study. The effect of technology-oriented science training on pre-service teachers' TPACK competencies and self-efficacy perceptions of integrating technology into teaching was determined by using quantitative methods, and then qualitative methods were employed with the need to understand the results in detail. In the quantitative stage of the study, the single-group pre-test and post-test experimental design were preferred, and in the qualitative stage, the phenomenology design, one of the qualitative research designs, was preferred to determine the opinions of pre-service science teachers about their experiences involving technology-oriented science education training. In the quantitative stage of the research, 19 pre-service science teachers constitute the sample, and in the qualitative stage, six pre-service science teachers constitute the participants. "Techno-pedagogical (TPACK) education competency scale" and "Technology Integration Self-Efficacy Scale" were utilized as quantitative, and a semi-structured face-to-face interview form was preferred as a qualitative data collection tool. Paired samples t-test for quantitative data and descriptive analysis for qualitative data were utilized.

Results

This study, in which the effect of technology-oriented science training on the TPACK competencies of pre-service science teachers was investigated, showed a significant difference between the pre-service teachers' mean scores before the training ($X = 128.16$) and after the training ($X = 138.42$; $p < .05$). When TPACK competencies are examined in terms of sub-dimensions, A significant difference was found between pre-service teachers' mean scores before the training (Design ($X = 38.10$), Exertion ($X = 48.16$), Ethics ($X = 24.16$), Proficiency ($X = 17.74$)) and after the training (Design ($X = 41.52$), Exertion ($X = 51.16$), Ethics ($X = 25.79$), Proficiency ($X = 19.95$)) ($p < .05$).

It was determined that the pre-service teachers' technology integration self-efficacy perception post-test mean scores ($X = 77.11$) were higher than the pre-test mean scores ($X = 73.68$). However, it was observed that there was no significant difference between the post-test and pre-test mean scores ($p > .05$). When technology integration self-efficacy perceptions examined in terms of sub-dimensions, it was found that there was no significant difference between pre-service teachers' mean scores before the training (Perception of the ability of self-efficacy in making others use computer technology ($X = 23.79$), perception of self-efficacy in using computer technologies ($X = 49.89$)) and after the training (Perception of the ability of self-efficacy in making others use computer technology ($X = 24.89$), Perception of Computer Technology Use Self-Efficacy ($X = 52.21$)) ($p > .05$). The results were supported by interview data. Most of the pre-service teachers who participated in the interview used statements that included positive effects on their self-efficacy beliefs in integrating computer technologies into the lesson and using technologies efficiently in the lesson. Only two pre-service

teachers had negative opinions on technology use and these were associated with the codes of difficulty in obtaining technological tools, lack of time, difficulty in evaluating students, and difficulty in using of technology.

Conclusion

There are two main conclusions of the study. First, it was revealed that technology-focused science training has a positive impact on pre-service teachers' TPACK competencies. Similarly, when pre-service teachers are given the opportunity to learn and apply technological tools, their TPACK competencies has dramatically developed, which is in line with the previous studies (Aktaş & Özmen, 2022; Canbazoğlu Bilici et al., 2016; Ceylan et al., 2014; Chai et al., 2011; Ersoy et al., 2016). Second, it was determined that although post-test mean scores of the pre-service teachers' self-efficacy perceptions for integrating technology into teaching were higher than their pre-test mean scores, the difference was not significant. The statements of the pre-service science teachers in the interview supported the findings obtained with the scales.