



**Fizik Eğitiminde Teknoloji Destekli Yenilikçi Uygulamaların
Öğretmenlerin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerine ve Teknolojiyi
Kullanma Durumlarına Etkisi**

**The Effect of Technology-Supported Innovative Practices on Teachers'
Technological Pedagogical Content Knowledge and Technology Use in
Physics Education**

Hasan Zühtü OKULU¹, Meral GÜNGÖR BABAÖĐLU²

¹Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, hasanokulu@mu.edu.tr, ORCID:0000-0002-832-9620

²Dr., Yasemin Karakaya BİLSEM, meralbabaoglu@gmail.com, ORCID:0000-0001-9612-6115

Geliř Tarihi: 09.02.2024

Kabul Tarihi: 12.08.2024

ÖZ

Teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların eğitime entegrasyonu, özellikle fizik eğitiminde öğretmenlerin pedagojik uygulamalarını desteklemek adına önemli bir potansiyele sahiptir. Buradan hareketle araştırmanın amacı, fizik öğretmenlerinin teknoloji destekli yenilikçi uygulamaları içeren etkinliklere katılımlarının teknolojik pedagojik alan bilgilerine ve teknolojiyi öğretim süreçlerinde kullanma durumlarına etkisini incelemektir. Karma araştırma yöntemlerinden iç içe geçmiş desene göre modellenen araştırmanın çalışma grubu, özel yetenekli öğrencilere eğitim veren okullarda görev yapan 30 fizik öğretmenidir. Kullanılan veri toplama araçları ise TPACK-deep ölçeği ve yansıtıcı yazım formudur. Araştırma sonuçları, teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan



bilgisini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, öğretmenlerin uygulama sonrasında, teknolojiyi öğrenme ortamlarında daha bütünsel bir şekilde entegre etme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Bu bulgular, teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin pedagojik yaklaşımlarını destekleme ve öğrenme ortamlarını zenginleştirme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, öğretmenlerin teknolojiyi etkili bir şekilde öğretim süreçlerine entegre etme becerilerini geliştirmek için mesleki gelişim programlarının artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Fizik öğretmenleri, teknoloji destekli yenilikçi uygulamalar, teknolojik pedagojik alan bilgisi*

ABSTRACT

Incorporating technology-supported innovative practices into education holds significant potential, especially in enhancing the pedagogical practices of physics teachers. Thus, this study aims to investigate how the participation of physics teachers in activities involving technology-supported innovative practices influences their technological pedagogical content knowledge and their utilization of technology in teaching processes. The study employs a mixed research method with an embedded design, and the study group consists of 30 physics teachers from schools catering to gifted students. Data collection tools include the TPACK-deep scale and reflective writing forms. Results indicate a positive impact of technology-supported innovative practices on the technological pedagogical content knowledge of physics teachers. Furthermore, it is observed that teachers exhibit a tendency to integrate technology more comprehensively into learning environments following implementation. These findings indicate that technology-supported innovative practices have the potential to support physics teachers' pedagogical approaches and enrich learning environments. Consequently, there is a recommendation to enhance professional development programs aimed at improving teachers' proficiency in effectively integrating technology into teaching.

Keywords: *Physics teachers, technology-supported innovative practices, technological pedagogical content knowledge*



GİRİŞ

Yirmi birinci yüzyılın çağdaş fizik eğitimi anlayışında öğrencilerin üst düzey akıl yürütme becerilerinin ve kavramsal anlayışlarının geliştirilmesi önemli hedefler arasında yer almaktadır (Bao ve Koenig, 2019). Bu hedefler, özellikle özel yetenekli öğrencilerin potansiyellerini üst seviyede kullanmaları ile gerçek ve tasarlanan dünyaya yönelik bütünsel bir anlayış geliştirmeleri için anahtar role sahiptir (National Research Council [NRC], 2012; Olszewski-Kubilius, 2010). Bu noktada öğretim süreçlerinde de çağdaş eğitim gereksinimlerini karşılaması beklenmektedir. Öğretmenler ise üstlendikleri rol gereği belirlenen öğrenme hedefleri ile öğrenenler arasındaki geçişi sağlayan en önemli aktörlerdir. Eğitimde teknoloji entegrasyonu, öğretmenlerin pedagojik yaklaşımlarını zenginleştirerek öğrencilere daha etkili ve çeşitli öğrenme deneyimleri sunmalarını sağlar. Eğitimde teknoloji entegrasyonu bağlamında öğretmenlerden beklenen öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarını göz önünde bulundurarak teknolojinin etkin kullanımını teşvik etmeleri ve kendi öğrenmelerine zaman ayırmalarıdır. Ayrıca, öğretmenler eğitim ve teknoloji arasındaki ilişkiyi sadece bilgi alışverişiyle sınırlamamalı, güvenli ve faydalı teknoloji kullanımının önemine dikkat etmelidirler (Gümüş, 2022). Albayrak-Sarı ve diğerlerine (2015) göre bu beklentiler, teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) olarak önemli öğretmen yetkinlikleri arasında yer almaktadır. Bu düşünceden hareketle mevcut araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen ve fizik öğretmenlerine yönelik gerçekleştirilen teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların katılımcıların teknolojik pedagojik alan bilgilerine ve teknolojiyi öğretim süreçlerinde kullanma durumlarına etkilerinin incelenmesini konu almaktadır.

Teknoloji Destekli Yenilikçi Öğretim

Yenilikçi öğretim gelecekte ihtiyaç duyulan yetkinlikler temelinde öğrencilere yaratıcı ve yenilikçi deneyimler sunarak daha etkili bir şekilde bilgi ve beceri kazandırmayı amaçlar (Kahramonovna, 2021). Yenilikçi öğretim, yeni yöntemler, araçlar ve içerikler aracılığıyla öğrencilerin yaratıcılık potansiyellerini destekleyen bir süreçtir (Ferrari ve diğerleri, 2009). Kalyani ve Rajasekaran'a (2018) göre yenilikçi öğretim, öğretmenlerin yaratıcı ve yenilikçi yaklaşımlarla öğretim tarzlarını ve yöntemlerini değiştirmesi anlamına gelir. Bu yaklaşım hem mevcut hem de gelecekteki eğitim süreçleri için öğrencilerin potansiyellerini en üst düzeye çıkarmalarına yardımcı olunması açısından hayati öneme sahiptir. Yenilikçi öğretim, öğrencilerin bireysel farklılıklarını anlamak, aktif öğrenmeyi kolaylaştırmak, öğrencilerin yaratıcı potansiyelini geliştirmek, öğrenme ilgisini tetiklemek ve öğretim ile öğrenme



süreçlerinin etkililiğini desteklemek için yeni ve çeşitlendirilmiş fikirler, yöntemler, stratejiler ve etkinlikler kullanma sürecini ifade eder (Zhu ve diğerleri, 2013). TÜBİTAK ise yenilikçi öğretim için eğitimde karşılaşılan problemlerin çözümüne yönelik ulusal veya uluslararası güncel, yeni yaklaşım, strateji, yöntem ve tekniklere vurgu yapmaktadır (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK], 2023).

Teknolojinin öğretim sürecine entegrasyonu yenilikçi öğretimin gerçekleştirilmesinin bir yolu olarak kabul görmektedir (Doering, 2009; Kahramonovna, 2021). Bu bağlamda fizik öğretimi özelinde artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, sanal laboratuvarlar, robotik uygulamaları ve Web 2.0 araçları gibi birçok teknoloji öğrenme ortamlarına entegre edilebilmektedir. Bu tür teknolojilerin öğretim sürecine entegrasyonunda fizik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının katılımı ile gerçekleştirilen araştırmalara alanyazında rastlanmaktadır (Ör., Abdüsselam, 2014; Erdem, 2020; Erdoğan ve Bozkurt, 2023; Önder ve diğerleri, 2023). Örneğin Abdüsselam (2014) fizik öğretmenlerinin artırılmış gerçeklik ortamlarının görselleştirme ve somutlaştırma gerektiren manyetizma gibi konularda yararlı olabileceğini düşündüklerini raporlamıştır. Fizik öğretmen adaylarının gerçek ve sanal laboratuvar deneylerine ilişkin görüşlerinin incelendiği araştırmada Önder ve diğerleri (2023), katılımcıların dersin giriş, gelişme, sonuç ve değerlendirme bölümlerinde gerçek ve sanal laboratuvar deneylerinin, derse hazırlık aşamasında ise yalnızca sanal laboratuvar deneylerinin kullanımının uygun olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir. Erdem (2020) ise fizik öğretmenlerinin teknoloji destekli fizik deneyleri alanında yeterli mesleki deneyime sahip olmadıklarını ve bu bağlamda sunulan mesleki gelişim etkinliklerinin yeterli düzeyde olmadığını düşündüklerini belirtmiştir. Sunulan araştırmalar genel olarak değerlendirildiğinde fizik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının, teknoloji destekli eğitimin olumlu yönleri olduklarını düşündükleri ancak etkili bir entegrasyon için daha fazla mesleki gelişim fırsatına ihtiyaç duydukları çıkarımına ulaşılabilir.

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi

TPAB, öğretmenlerin eğitimde teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmeleri için gerekli bilgi seviyesini tanımlamayı hedeflemektedir (Koehler ve Mishra, 2005). Bu bağlamda TPAB teknolojinin eğitime entegrasyonunu amaçlayan bir model değil, öğrenme ve öğretmenin temel niteliklerini teknoloji ile bütünleştiren bir kuramsal çerçevedir (Archambault ve Barnett, 2010). TPAB, Teknoloji Bilgisi (TB), Pedagojik Bilgi (PB) ve Alan Bilgisi (AB) olmak üzere üç temel birleşenden oluşur. TB, öğretmenin öğretim sürecinde kullanabileceği teknolojiler ve araçlara



ilişkin farkındalığını ve becerileri kapsar. Öğretmenlerin hedeflenen içeriği öğrenenlere kazandırmasında yararlandığı yöntem ve tekniklerin bilgisi PB kapsamında tanımlanır. AB ise öğretmenin konuyla ilgili uzmanlığına vurgu yapar, kavramlar ve ilkeler gibi bilgi türlerini temsil eder (Koehler ve Mishra, 2008). Çerçevenin diğer bileşenleri, Teknolojik Alan Bilgisi (TAB), Pedagojik Alan Bilgisi (PAB), Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB) ve TPAB, bu bilgi kümeleri arasındaki etkileşimlerden oluşur (Kabakçı Yurdakul ve diğerleri, 2012). Yeni bir teknoloji ile karşılaşıldığında TPAB, teknolojinin algılanan kullanım kolaylığını ve algılanan kullanılabilirliğinden olumlu yönde etkilenmektedir. Öğretmen adaylarının TPAB'ını öğretmen öz yeterliliği ve algılanan teknoloji kullanım kolaylığı önemli ölçüde etkilemektedir (Joo ve diğerleri, 2018).

Alinyasında fizik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin belirlenmesi ile farklı yöntem ve tekniklerin TPAB üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalara sıklıkla rastlanmaktadır (Ör., Bozkurt, 2014; Karabuz ve Ogan Bekiroğlu, 2020; Masrifah ve diğerleri, 2018; Uçar ve diğerleri, 2014). Masrifah ve diğerleri (2018) fizik öğretmenlerinin TPAB düzeylerini belirlemeyi amaçladığı araştırma sonuçları, öğretmenlerin teknolojiyle ilgili TPAB bileşenleri konusunda sınırlı düzeyde anlayışa sahip olduklarını ve teknolojiyi öğrenme sürecine entegre etme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığını göstermiştir. Uçar ve diğerleri (2014) çalışmalarında fen ve fizik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik içerik bilgisine yönelik özgüvenlerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçları fen bilgisi öğretmen adaylarının özgüvenlerinin fizik öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bozkurt (2014) ise fizik öğretmen adaylarının TPAB ve alt boyutlarına ilişkin tutumlarının akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini, ancak öğretmen adaylarının TPAB düzeylerinin düşük seviye olduğunu raporlamıştır. Karabuz ve Ogan Bekiroğlu (2020) ise hesap makinesi tabanlı laboratuvar uygulamalarının fizik öğretmen adaylarının TPAB'ları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada teknoloji destekli uygulamaların öğretmen adaylarının TPAB'larını önemli ölçüde geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Urban-Wordlorn (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışma ise uygun teknolojik araçlarla oluşturulan öğrenme ortamlarının, fizik öğretmen adaylarının TPAB gelişimini konu almaktadır. Araştırma sonuçları, kullanılan eğitim materyallerinin öğretmen adaylarının öğretim için uygun stratejiler geliştirmelerine yardımcı olarak TPAB'larının gelişimine katkı sağladığını göstermiştir. Alev ve diğerleri (2012) ise fizik öğretmen adaylarının web 2.0 araçları ile öğretim süreçleri tasarlamasının katılımcıların pedagojik alan bilgilerini olumlu yönde etkilediğini raporlamışlardır. Sunulan araştırmalar genel olarak değerlendirildiğinde fizik öğretmenlerinin



ve öğretmen adaylarının TPAB düzeylerin yeterli düzeyde olmadığı ve teknoloji destekli uygulamalar ile etkileşimin TPAB'ı desteklediği çıkarımına ulaşılabilir.

Araştırma Bağlamı

Teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların TPAB'ı ve teknolojiyi öğretim süreçlerinde kullanma durumlarını nasıl etkilediğini konu alan araştırmanın çalışma grubu Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) özel yetenekli öğrencilere eğitim veren okullarda görev yapan fizik öğretmenleridir. Özellikle BİLSEM'ler genel zihinsel yetenek, görsel sanatlar ile müzik alanlarında özel yetenekli öğrenciler için okul sonrası eğitimin sağlandığı kurumlardır. BİLSEM'de, öğrencilerin yeteneklerine uygun bir şekilde özgün ürünler, projeler ve üretimler gerçekleştirmelerine olanak tanımak için proje tabanlı, disiplinler arası ve zenginleştirilmiş bir eğitim programı uygulanır. Bu program, öğrencilere bireysel veya grup eğitimi şeklinde sunulur ve uyum, destek eğitimi, bireysel yeteneklerin keşfedilmesi, özel yeteneklerin geliştirilmesi, proje üretimi ve yönetimi gibi çeşitli eğitim etkinliklerini içerir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). Bu bağlamda BİLSEM'de görev yapan öğretmenlerin öğrencilerin ihtiyaçları temelinde teknolojiyi öğretim süreçlerine entegre etmede yetkin olmaları ve öğrenciler için farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturmaları beklenmektedir. Bu öğretmenlere yönelik tasarlanan teknoloji destekli yenilikçi uygulamaları içeren program Covid-19 salgını sürecinde TÜBİTAK 4005 Yenilikçi Eğitim Uygulamaları Destekleme Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Mevcut çalışmada uygulanan programın genel yapısı “... katılımcılara kendi branşlarına yönelik ilgi ve merak uyandırmayı, yenilikçi yaklaşım, yöntem ve tekniklere yönelik bilgi ve becerileri yenilikçi yaklaşımlar aracılığıyla kazandırmayı amaçlayan etkileşimli faaliyetleri kapsar.” şeklinde belirtilen çağrı kapsamı (TÜBİTAK, 2023) ile uyumludur. Bu bağlamda mevcut araştırma, özel yetenekli bireylerin eğitimlerinde fizik öğretmenlerinin mesleki gelişimlerinin desteklenmesi gerekliliğinden temellenmektedir. Ayrıca alanyazında da ifade edildiği gibi öğretmenlerin teknolojiyi öğrenme süreçlerine entegre etmede istekli olmaları ancak bu entegrasyon sürecinin nasıl gerçekleştirileceğine yönelik yeterli deneyime sahip olmaları bir diğer önemli unsurdur. Bu süreçte öğretmenlerin TPAB'ları etkili bir entegrasyonda anahtar role sahiptir. Buradan hareketle mevcut araştırmanın amacı, teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerine ve teknolojiyi öğretim süreçlerinde kullanma durumlarına etkilerini incelemektir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Mevcut araştırma, karma araştırma yöntemlerinden iç içe geçmiş desene göre modellenmiştir. Araştırma probleminin cevaplanması için farklı veri türlerine ve nitel ve nicel verilerin birbirini destekleyici şekilde yararlanılmasına (Creswell ve Plano Clark, 2017) ihtiyaç duyulması sebebiyle bu desen tercih edilmiştir. Çalışmanın nicel boyutunu ön test ve son testlerin yer aldığı deneme öncesi model (Leedy ve Ormrod, 2005) ve nitel boyutunu ise durum çalışması (Merriam, 2009) oluşturmaktadır. Araştırmanın nicel boyutu, teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerine etkisinin belirlenmesini kapsamaktadır. Nitel boyutta belirlenen durum ise fizik öğretmenlerinin teknolojiyi öğretim süreçlerinde kullanmalarınıdır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2021 yılında TÜBİTAK 4005-Yenilikçi Eğitim Uygulamaları Destekleme Programı kapsamında desteklenen Fizik Eğitiminde Yenilikçi ve Teknoloji Destekli Uygulamalar projesine başvuru yapan öğretmenler arasından seçilmiştir. Hedef kitleleri BİLSEM ve Fen Lisesi gibi özel yetenekli öğrencilere eğitim veren okullarda görev yapan fizik öğretmenleri olan projeye başvuruda bulunan 114 öğretmen arasından 30 öğretmen (17 kadın ve 13 erkek) belirlenmiştir. Çalışma grubunun belirlenmesinde, daha önce yenilikçi ve teknoloji uygulamalara yönelik bir eğitime katılmamış olma ve aynı çağrı döneminde benzer temalı bir 4005 projesinde katılımcı olarak yer almamış olma kriterlerine göre başvuran adaylar arasından rastgele bir seçim süreci işletilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerine etkisini belirlemek amacıyla Kabakçı Yurdakul ve diğerleri (2012) tarafından geliştirilen TPACK-deep ölçeği ön test ve son test olarak çalışma grubuna uygulanmıştır. Bu ölçme aracının tercih edilme nedeni TPACK-deep ölçeğinin eğitim teknolojisi entegrasyonuna yönelik mesleki gelişim programlarında öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi açısından değerlendirilmesi için de kullanılabilmesidir. İlgili ölçek 5'li likert tipi 33 maddeden ve tasarım, uygulama, etik ve uzmanlaşma olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Rahatlıkla Yapabilirim, Yapabilirim, Kısmen Yapabilirim, Yapamam ve Kesinlikle Yapamam şeklinde



yanıtlanan ölçeğin Cronbach's alfa iç tutarlılık katsayısı 995 öğretmen adayından elde edilen veri seti için 0.95 olarak hesaplanmıştır (Kabakçı Yurdakul ve diğerleri, 2012). Bu çalışmada ise tüm ölçek için Cronbach's alfa güvenilirlik katsayısı ön test için 0.98 ve son test için 0.99 olarak bulunmuştur. Albayrak-Sarı ve diğerleri (2016) TPACK-deep ölçeğinden elde edilen verilerin ölçek genel ortalamasına göre 1.00 - 2.33 aralığı düşük düzey, 2.34 - 3.67 aralığı orta düzey ve 3.68 - 5.00 aralığı ileri düzey şekline değerlendirilebileceğini raporlamışlardır. Araştırmanın amaçları doğrultusunda ölçme aracından elde edilen veriler boyut bazlı ele alınmamış, bütünsel olarak değerlendirilmiştir.

Teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin teknolojiyi öğretim süreçlerinde kullanma durumlarına yönelik etkisini belirlemek amacıyla ise yansıtıcı yazım formlarından yararlanılmıştır. Bir fizik ve bir teknoloji eğitimi uzmanı tarafından geliştirilen formlar uygulamalar öncesi ve sonrasında çalışma grubuna uygulanmıştır. Uygulama öncesinde katılımcıların teknolojiyi öğretim süreçlerinde entegre etme durumlarını belirlemeyi hedefleyen form "Teknolojiyi öğretim süreçlerinde nasıl kullanıyorsunuz?" ve "Yenilikçi eğitim teknolojilere yönelik bilgi ve deneyimleriniz nelerdir?" sorularını içermektedir. Uygulama sonrasında katılımcıların elde ettikleri deneyimlerden hareketle teknolojiyi öğretim süreçlerine nasıl entegre etmeyi düşündüklerini tespit etmeyi amaçlayan formda yer alan sorular ise "Yenilikçi teknolojileri derslerinizde kullanmaya yönelik planlarınız nelerdir?" ve "Proje sürecinde edindiğiniz deneyim, bilgi ve beceriler nelerdir?" şeklindedir.

Hem TPACK-deep ölçeği hem de yansıtıcı yazım formları çalışma grubuna çevrim içi ortamda uygulanmıştır. Her iki ölçme aracının çalışma grubuna uygulanması için ön test ve son test uygulamalarında 40 dakikalık bir süre ayrılmıştır.

Uygulama Süreci

Fizik Eğitiminde Yenilikçi ve Teknoloji Destekli Uygulamalar başlıklı proje kapsamındaki uygulamalar 05-11 Eylül 2021 tarihleri arasında (6 gün) İç Anadolu Bölgesinde bir il merkezinde gerçekleştirilmiştir. Proje amaçları, katılımcıların (i) yenilikçi ve teknoloji destekli uygulamalara yönelik bilgi ve becerileri etkileşimli olarak kazanmaları, (ii) yenilikçi ve teknoloji destekli uygulamaları öğretim süreçlerine ve proje etkinliklerine nasıl yansıtabileceklerini keşfetmeleri, (iii) modern bilimin gelişmesinde öncü araştırma merkezlerinin incelenmesi ve böylelikle katılımcıların fizik alanındaki güncel araştırma alanlarını keşfetmeleri ve (iv) bilime karşı bütünsel bir bakış açısı kazanmaları şeklindedir. Uygulama sürecinde kullanılan etkinlikler aktivite tasarımı, gözlem, deney, ürün odaklı STEM



atölye çalışmaları ve teknik gezileri kapsamaktadır (Ek). Uygulamalar için oluşturulan öğrenme ortamı, oturma düzenlerinin etkinlik içeriğine göre düzenlenebildiği ve grup çalışmalarına imkân veren bir yapıda tasarlanmıştır. Etkinlik malzemeleri proje kapsamında temin edilmiş, her bir katılımcı kendi kişisel bilgisayarını ile projeye katılmıştır. Teknik gezi etkinlikleri bir üniversitenin araştırma merkezlerinde gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları ise proje başlangıcında ve proje bitiminde proje araştırmacıları tarafından katılımcılara uygulanmıştır.

Çalışma grubu projeye gönüllülük esasına göre katılmıştır. Araştırmanın bilimsel araştırma etiği açısından uygunluğu için Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurul'dan etik kurul izni alınmıştır (26.07.2021 tarih ve 292 sayılı karar).

Veri Analizi

Veri toplama araçlarından elde edilen veriler nicel ve nitel veri çözümleme teknikleri ile ayrı ayrı analiz edilmiştir. TPACK-deep ölçeği verileri için betimsel (aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri) ve çıkarımsal analizlerden yararlanılmıştır. Ön test ve son test karşılaştırmasında çıkarımsal analizler için fark testlerinden faydalanılmıştır. Araştırmanın deneme öncesi modele göre tasarlanan nicel boyutu göz önünde bulundurularak bağımlı örneklem için t-testi kullanılması uygun görülmüştür. Veri setinin ilgi testin varsayımlarını sağlayıp sağlamadığı, bir başka deyişle bağımlı örneklem için t-testi kullanılıp kullanılmayacağına karar verebilmek için veri setinin normal dağılımı incelenmiştir. Bir veri setinin 50'den küçük olması durumunda örneklem küçük örneklem olarak tanımlanmakta ve normal dağılımın incelenmesinde Shapiro Wilks testinin kullanılması önerilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Shapiro Wilks testi sonuçları son teste ilişkin veri setinin normal dağılım göstermediğini ortaya koymuştur (istatistik = 0.855, n = 30 ve $p < 0.05$). Bu durum diğer parametrik test varsayımlarına bakılmaksızın nonparametrik fark testlerinin uygulanabileceğini göstermektedir (Pallant, 2010). Bu bağlamda uygulamaların çalışma grubunun teknolojik pedagojik alan bilgisi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi kullanılmıştır (Field, 2000). Nicel veri analizinde SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 20.0 istatistik analiz programından yararlanılmıştır.

Yansıtıcı yazım formlarından elde edilen nitel verilerinin analizi içerik analizi ile gerçekleştirilmiştir (Strauss ve Corbin, 2015). Analiz sürecinde çevrim içi ortamda proje öncesi ve sonrasında toplanan veriler Nvivo11 nitel veri analiz programına aktarılmıştır. Katılımcı



düşüncelerini içeren dokümanlara bir numara (K1-K30) verilmiş ve bu numaralara göre analizler yapılmıştır. Veriler, birinci araştırmacı tarafından analiz edilmiş ve sonrasında oluşan kod ve temalar değerlendirilerek frekans değerleri ile tablolaştırılmıştır. Kodlar öncelikle serbest kodlar şeklinde hazırlanmış, daha sonra bu serbest kodlar özelliklerine bağlı olarak belli temalar altında gruplandırılmıştır. Analizlerin güvenilirliği için toplam 60 formdan 10 adedi rasgele seçilmiş ve ikinci araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Buna ek olarak bu 10 forma ilişkin analizler birinci araştırmacı tarafından 3 ay sonra yeniden gerçekleştirilmiştir. Her iki teknik için kodlar puanlanarak puanlayıcılar arası uyum indeksi (IRR) hesaplanmıştır. Elde edilen değerler farklı değerlendiriciler için %84 ve zaman bazlı değerlendirme için ise %95 olarak belirlenmiştir. Hesaplanan uyum indeksinin %70 ve üzeri olması analizlerin güvenilir olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994).

BULGULAR

Uygulamaların Fizik Öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerine Etkisine İlişkin Bulgular

Teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisine etkisini belirlemek amacıyla yararlanılan TPACK-deep ölçeğinden elde edilen bulgular bu alt bölümde sunulmuştur. TPACK-deep ölçeğinden elde edilen verilere ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 1.'de yer almaktadır.

Tablo 1. TPACK-deep Ölçeğinden Elde Edilen Verilere İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

	\bar{x}	Ss	Mdn	Min.-Mak.
Ön test (n=30)	113.73	24.43	112.00	61.00-163.00
Son test (n=30)	148.97	17.20	153.50	99.00-165.00

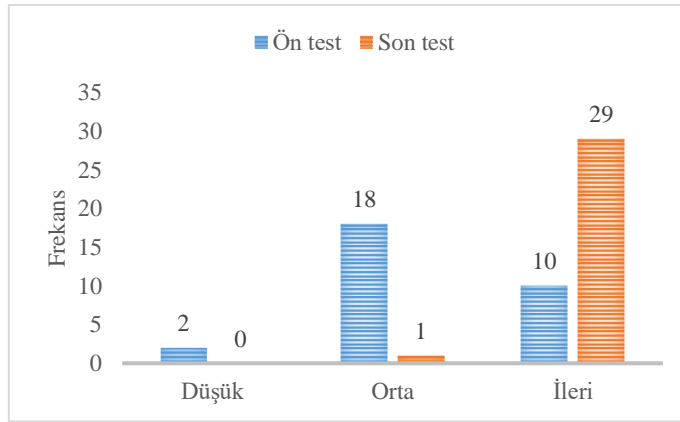
Tablo 1. incelendiğinde TPACK-deep ölçeği ön test sonuçlarına göre ölçme aracından elde edilen puanların aritmetik ortalama, standart sapma ve medyan değerlerinin sırasıyla 113.73, 24.43 ve 112.00 olduğu görülmektedir. TPACK-deep ölçeği son test sonuçlarına göre ise ölçme aracından elde edilen puanların aritmetik ortalama, standart sapma ve medyan değerlerinin sırasıyla 148.97, 17.20 ve 153.50 olduğu anlaşılmaktadır. Teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yararlanılan Wilcoxon işaretler testi sonuçları Tablo 2.'de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğretmenlere Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanan TPACK-deep Ölçeğinden Elde Edilen Verilere ilişkin Wilcoxon İşaretler Testi Sonuçları

Ön test-Son test	n	Sıra Ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	2	3.25	6.50	-4.649*	0.00
Pozitif sıra	28	16.38	458.50		
Eşit	0				

* Sonuç negatif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

Tablo 2.'ye göre öğretmenlere ön test ve son test olarak uygulanan TPACK-deep ölçeğine ilişkin Wilcoxon işaretler testi sonuçları incelendiğinde ön test ve son test ($z = -4.649$, $p < 0.01$), puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplam puanlar dikkate alındığında farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, uygulamaların öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğuna işaret etmektedir. Buna ek olarak TPACK-deep ölçeğinden elde edilen verilerin yorumlanması için düşük düzey, orta düzey ve ileri düzey sınıflandırmasından (Albayrak-Sarı ve diğerleri, 2016) faydalanılmıştır. Bu bağlamda, ilgili sınıflandırmaya yönelik TPACK-deep ölçeği ön test ($n=30$) ve son test ($n=30$) puanlarının aritmetik ortalamasından elde edilen grafik Şekil 1.'de sunulmuştur.



Şekil 1. Öğretmenlere uygulanan TPACK-deep ölçeği ön test ($n=30$) ve son test ($n=30$) puanlarının aritmetik ortalamasından elde edilen sınıflandırmaya ilişkin grafik

Şekil 1. incelendiğinde öğretmenlerin proje öncesinde teknolojik pedagojik alan bilgilerinin düşük ($f=2$), orta ($f=18$) ve ileri ($f=10$) düzeylerde olduğu, uygulama sonrasında ise bilgilerinin orta ($f=1$) ve ileri ($f=29$) düzeylerde gözlemlendiği anlaşılmaktadır. Bu durum uygulamaların öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgileri üzerine olumlu etkisi olduğunun bir diğer göstergesidir.

Uygulamaların Fizik Öğretmenlerinin Teknolojiyi Öğretim Süreçlerinde Kullanma Durumlarına Yönelik Etkisine İlişkin Bulgular

Teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların öğretmenlerin teknoloji öğretim süreçlerinde kullanma durumlarına yönelik etkisini incelemek amacıyla yararlanılan yansıtıcı yazım formundan elde edilen bulgular bu alt bölümde sunulmuştur. Öğretmenlerin uygulamalar öncesinde teknolojiyi öğretim süreçlerinde nasıl kullandıklarına ve uygulamalar sonrasında teknolojiyi öğretim süreçlerinde nasıl kullanmayı düşündüklerine ilişkin tema, kod ve bu kodların frekans değerleri ile örnek katılımcı ifadeleri sırasıyla Tablo 3. ve Tablo 4.'de sunulmuştur.

Tablo 3. Uygulamalar Öncesinde Öğretmenlerin Teknolojiyi Öğretim Süreçlerinde Nasıl Kullandıklarına İlişkin Bulgular

Tema	Kod	Frekans	Örnek katılımcı ifadeleri
Kullanım şekli	Ders anlatımı	19	K13: EBA platformu üzerinden ders anlatımında kullanıyorum. K1: Etkileşimli tahta üzerinden sunumlar gerçekleştiriyorum.
	Çevrim içi ders	15	K13: Zoom ile online dersler veriyorum. K19: En çok uzaktan eğitim derslerinde kullanıyorum.
	Ölçme ve değerlendirme	7	K4: Google form kullanarak olimpiyat hazırlık sınavları gerçekleştiriyorum. K19: Algodo gibi kaynakları kullanıp ders sonrası için de öğrencilerin bu uygulamalarda farklı durumları oluşturup sınamalarını gerektirecek ödevlendirmeler yapıyorum.
	Öğrenciler ile iletişim	6	K24: Discord, whatsapp ve e-mail gibi iletişim kanallarını kullanıyorum. K14: Öğrenciler ile sohbet grupları ile iletişimi sağlamada kullanıyorum.
	Çevrim içi deneyler	6	K9: Derslerde yapamadığım deneyleri phetten öğrencilerle birlikte uyguluyorum. K24: Sanal laboratuvarı kullanıyorum.
	Proje çalışması	4	K22: Proje üretiminde teknolojiden yararlanmamak mümkün değil.
	Araştırma	3	K25: Öğrencilere internet araştırmasında kullanıyorum.
	İlgi uyandırma	2	K16: İlgi ve dikkatleri toplamada kullanıyorum.
	Çevrim içi dosya paylaşımı	1	K19: Kaynaklarımı Moodle sistemi üzerinden sürekli paylaşım açıyorum.
	Diğer	Sınırlı kullanım	2

Tablo 4. Uygulamalar Sonrasında Öğretmenlerin Teknolojiyi Öğretim Süreçlerinde Nasıl Kullanmayı Düşündüklerine ilişkin Bulgular

Tema	Kod	Frekans	Örnek katılımcı ifadeleri
Kullanım şekli	Deney tasarlama	12	K18: Basit harmonik hareket konusuna geldiğimizde Arduino ile deney yapmayı çok istiyorum.
	Ölçme ve değerlendirme	8	K6: Çevrimiçi ölçme değerlendirmeleri kullanmayı planlıyorum.
	Ders anlatımı	7	K2: Projede öğrendiğim birçok etkinliği ders anlatımlarında aktif olarak kullanmaya çalışacağım. K4: Ders içeriklerini aktarmada Web 2.0 araçlarını daha etkin kullanmayı düşünüyorum.
	Çevrim içi deneyler	6	K19: Sanal laboratuvar uygulamaları ile deneyler gerçekleştireceğim.
	Proje çalışması	5	K20: Proje sürecinde bu araçları kullanmayı planlıyorum.
	Etkinlikleri zenginleştirme	4	K8: Astronomi kulübünde hologram ve sanal gerçeklik uygulamalarını kullanarak zenginleştireceğim.
	Öğretim materyali tasarlama	4	K13: ... pek çok farklı uygulama ortamları ile materyal hazırlama ...
	Öğrenciler ile iletişim	2	K14: Web 2.0 araçları ile ... ve öğrencilerle sürekli iletişimde bulunmayı planlıyorum.
	İlgi uyandırma	2	K14: Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ile derslerde öğrencilerin ilgisini çekerek...
	Çevrim içi ders	1	K27: ... uzaktan eğitimde çok rahat kullanabilirim.
Diğer	Meslektaşlarla paylaşım	3	K26: derslerimde kesinlikle uygulayacağım ve arkadaşlarımla paylaşacağım. K2: ... hizmet içi eğitim kapsamında ilçede bulunan öğretmenlerimize de burada öğrendiklerimi aktarmayı planlanmaktayım.

Tablo 3. incelendiğinde öğretmenlerin uygulamalar öncesinde teknolojiyi öğretim süreçlerinde nasıl kullandıklarına ilişkin kodlar kullanım şekli ve diğer temaları altında yer aldığı anlaşılmaktadır. Kullanım şekli teması altında yer alan kodlar; ders anlatımı (f=19), çevrim içi ders (f=15), ölçme ve değerlendirme (f=7), öğrenciler ile iletişim (f=6), çevrim içi deneyler (f=6), proje çalışması (f=4), araştırma (f=3), ilgi uyandırma (f=2) ve çevrim içi dosya paylaşımı (f=1) şeklindedir. Sınırlı kullanım (f=2) kodu ise diğer teması altında kategorize edilmiştir. Tablo 4.'ye bakıldığında ise katılımcıların uygulamalar sonrasında teknolojiyi öğretim süreçlerinde nasıl kullanmayı düşündüklerine ilişkin temaların yine kullanım şekli ve diğer temaları altında bulunduğu görülmektedir. Deney tasarlama (f=12), ölçme ve değerlendirme (f=8), ders anlatımı (f=7), çevrim içi deneyler (f=6), proje çalışması (f=5), etkinlikleri zenginleştirme (f=4), öğretim materyali tasarlama (f=4), öğrenciler ile iletişim (f=2), ilgi uyandırma (f=2) ve çevrim içi ders (f=1) kodları kullanım şekli teması altında ve meslektaşlarla paylaşım (f=3) kodu diğer teması altında bulunmaktadır.

Bu bulgular, genel olarak değerlendirildiğinde öğretmenlerinin uygulamalar öncesinde ağırlıklı olarak uzaktan eğitim aracılığı ile ders anlatımlarında teknolojiden yararlandıkları çıkarımına ulaşılabilir. Ayrıca bazı öğretmenlerin teknolojiyi çok sınırlı şekilde öğretim süreçlerine aktarabildikleri düşünülebilir. Uygulamalar sonrasında ise öğretmenlerin proje sürecinde keşfettikleri ve deneyimledikleri teknolojileri farklı şekillerde (deney tasarımı ve Web 2.0 destekli ölçme ve değerlendirme gibi) öğrenme ortamlarına aktarmayı planladıkları çıkarımına ulaşılabilir. Buna ek olarak bazı öğretmenlerin uygulamalarda edindikleri bilgi ve becerileri meslektaşları ile paylaşma düşünceleri öne çıkan bir diğer bulgudur.

Öğretmenlerin uygulama sürecinde edindikleri deneyim, bilgi ve becerilere ilişkin tema, kod ve bu kodların frekans değerleri ile örnek katılımcı ifadeleri Tablo 5.' de sunulmuştur.

Tablo 5. Öğretmenlerin Uygulamalar Sonrasında Edindikleri Deneyim, Bilgi ve Becerilere İlişkin Bulgular

Tema	Kod	Frekans	Örnek katılımcı ifadeleri
Yeni eğitim teknolojileri	Web 2.0 araçları	8	K18: Çok fazla web 2.0 aracı var. Ancak bunların hepsi bir fizik öğretmenine hitap etmiyor, alanıma uygun yeni içeriklere ulaşmak beni en memnun eden yönüydü projenin.
	Robotik ve kodlama	6	K24: Arduino ve bunun gibi yenilikçi birçok teknoloji ile tanışmak harikaydı.
	Akıllı telefon uygulamaları	4	K28: artırılmış gerçeklik uygulamaları hakkında çok güzel bilgiler edindim.
	Yenilikçi fizik deneyleri	3	K3: Fizik deneylerinde eksik bilgilerimi tamamladım ve yenilikçi deneyleri öğrenme imkanı buldum.
	Süper iletkenler ve parçacık hızlandırıcı	3	K18: Ülkemizin parçacık hızlandırıcısını gözlemledim.
Uygulama ve Derinleştirme	Deneyleri daha etkili hale getirme	5	K12: Fizik deneylerini daha etkin olarak yapmak ...
	Ürün oluşturma	5	K17: Bildiğim teknolojik uygulamaları tekrar ederek pekiştirerek nasıl ürünler oluşturulabileceğini deneyimledim. K13: Teknolojiyi daha iyi kullanma adına pek çok platform, site ... bu ortamlarda ürün çıkarma beceri ve deneyimi kazandım.
	Daha etkili ölçme değerlendirme	4	K11: Ölçme ve değerlendirme süreçlerini teknoloji ile daha etkin yönetmek ...
	Daha etkin Web 2.0 araçları kullanımı	3	K7: Önceden de eğitimini aldığım web 2.0 araçlarını yerinde ve doğru kullanmayı ... bunları derse nasıl entegre edeceğim konusunda kazanımlarım oldu.

Tablo 5.'ye göre öğretmenlerin uygulamalar sonrasında edindikleri deneyim, bilgi ve becerilerinin yeni eğitim teknolojileri teması altında web 2.0 araçları (f=8), robotik ve kodlama (f=6), akıllı telefon uygulamaları (f=4), yenilikçi fizik deneyleri (f=3) ile süper iletkenler ve



parçacık hızlandırıcı ($f=3$), uygulama ve derinleştirme teması altında ise deneyleri daha etkili hale getirme ($f=5$), ürün oluşturma ($f=5$), daha etkili ölçme değerlendirme ($f=4$) ve daha etkin web 2.0 araçları kullanımı ($f=3$) kodlarına göre sınıflandığı görülmektedir. Bu bulgular öğretmenlerin uygulama sürecinde fizik eğitimi bağlamında daha önce bilmedikleri teknolojileri keşfetmeleri ve aşına oldukları teknolojileri de uygulayarak bilgi ve becerilerini derinleştirdikleri şeklinde yorumlanabilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin TPAB'larına ve teknolojiyi öğretim süreçlerinde kullanma durumlarına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçları teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların fizik öğretmenlerinin TPAB'ları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Buna paralel olarak öğretmenlerin uygulama sonrasında uygulama öncesine göre öğrenme ortamlarına teknolojiyi entegre etme konusunda daha bütünsel bir yapıda düşündükleri gözlemlenmiştir. Örneğin uygulamalar öncesinde, etkinliklerin Covid-19 salgını sürecinde gerçekleştirildiği de göz önünde bulundurulduğunda, öğretmenlerin teknolojiyi daha çok uzaktan eğitim odaklı ders anlatımı için kullandıkları görülmüştür. Uygulama sonrasında ise öğretmenlerin teknolojiyi öğrenme süreçlerine entegre etmede deney tasarlama ve ölçme ve değerlendirme gibi etkinliklerde daha ağırlık olarak düşündüklerini ortaya çıkmıştır. Bu süreçteki en önemli etmenlerden birisi de öğretmenlerin fizik eğitimi özelinde yeni teknolojik uygulamaları keşfetmeleri ve deneyimleri olan teknolojik uygulamalara yönelik bilgi ve kavrayışlarının ilk elden deneyim yoluyla zenginleşmesidir. Bu sonuçlar, Urban-Wordlorn (2011) tarafından raporlanan uygun teknolojik araçlarla oluşturulan öğrenme ortamlarının, fizik öğretiminde öğretmenlerin uygun stratejiler geliştirmelerine yardımcı olması ve TPAB'ın gelişimine katkı sağlaması sonucu ile de desteklenmektedir. Joo'nun (2018) da belirttiği üzere yeni öğrenme teknolojilerini içeren öğrenme ortamları öğretmenlerin TPAB seviyelerini geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Benzer şekilde mevcut araştırma sonuçlarına paralel olarak teknoloji destekli uygulamalar ile öğretim materyalleri hazırlamak doğrudan deneyime dayalı olduğu için TPAB'ın gelişimini desteklemektedir (Alev ve diğerleri, 2012).

Araştırma sonuçlarına dayanarak, özellikle fizik öğretmeni eğitim programlarının TPAB gelişimini merkeze alması gerektiği vurgulanabilir. Bu durum, gelecekteki öğretmenlerin eğitim süreçlerinde teknolojiyi etkili bir şekilde öğrenme sürecine entegre etme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olacak bir niteliktir. Bu programlar, öğretmen adaylarına çeşitli teknolojik araçlar ve uygulamalarla doğrudan etkileşim fırsatları sunarak, bu araçların



öğrenme ortamlarında nasıl kullanılabileceğini keşfetme ve uygulama becerilerini artırmalıdır. Aynı zamanda, mevcut öğretmenlere teknolojiyi derslere entegre etme becerilerini geliştirmek için mesleki gelişim programları ve atölye çalışmaları sunulmalıdır. Öğretmenlerin yeni teknolojik araçları keşfetme, deneme ve derslerinde uygulama imkanları desteklenmelidir. Bu tür programlar, öğrenme ortamlarını zenginleştirmek için çeşitlilik ve esneklik sunmalı, böylece öğretmenlerin ve öğrencilerin teknolojiyle etkileşimini üst seviyeye çıkaracak stratejiler geliştirmelerine olanak tanımalıdır. Bu şekilde hem öğretmen adaylarının hem de alanında deneyimli öğretmenlerin teknoloji entegrasyonu konusundaki beceri ve yetkinlikleri desteklenirken, eğitimde teknolojinin potansiyelinin tam anlamıyla kullanılmasına yardımcı olunabilir ve öğrenme çıktılarının iyileştirilmesine katkı sağlanabilir.

Mevcut araştırmanın belirli sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlardan ilki öğretmenlerin TPAB'larının bağlamsal olmasıdır. Bu durum, belirli sınıf kültürü, öğrenci özellikleri ve okul politikası gibi çeşitli faktörlere göre okul öğrenme ortamlarında TPAB'ın değişkenlik gösterebileceği anlamına gelmektedir (Doering, 2009). Bu nedenle araştırmanın veri toplama sürecinin teknoloji destekli yenilikçi uygulamaların gerçekleştirilme sürecinde toplandığı unutulmamalıdır. Öğretmenlerin kendi sınıf ortamlarında teknolojiyi ne düzeyde ve nasıl derslerine entegre ettikleri değişkenlik gösterebilir. Ayrıca uygulamalar Covid-19 salgını sürecinde Web 2.0 araçları, Arduino ve sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojileri içeren yoğunlaştırılmış bir hizmet içi eğitim programı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Altı günlük program fizik öğretmenlerinin kendi öğrenme hızlarında ve uzun soluklu bir süreçte içerikle etkileşimleri sağlamakta sınırlı kalmış olabilir. Bu bağlamda gelecek çalışmalar için farklı branşlardaki öğretmenler de dahil olmak üzere öğretmenlerin TPAB'larının boyutlar bazında daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve öğretmenlerin kendi sınıf ortamlarında mesleki gelişim programlarında edindikleri bilgi ve deneyimleri ne kadar kullandıklarının araştırılması önerilmektedir. Buna ek olarak teknolojik gelişmelerin eğitimi hızlı dönüştürdüğü düşünüldüğünde teknoloji destekli uygulamalara metaverse veya yapay zeka gibi araçların dahil edilmesi ve bu araçların TPAB üzerindeki etkilerinin incelenmesi de önerilmektedir.

Etik Kurul Belgesi

Etik Kurul Komisyon Adı: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Etik Kurul Belge Tarihi ve Protokol No: 26.07.2021 ve 292

Bilgilendirme

Bu alışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu 4005 Yenilikçi Eğitim Uygulamaları Destekleme Programı kapsamında desteklenen 121B338 proje numaralı ve Fizik Eğitiminde Yenilikçi ve Teknoloji Destekli Uygulamalar başlıklı proje çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Yazar Katkı Beyanı

Hasan Zühtü OKULU: Kavramsallaştırma, metodoloji, verilerin işlenmesi, analizi ve yorumlanması, inceleme-yazma (%50).

Meral GÜNGÖR BABAOĐLU: Kavramsallaştırma, verilerin toplanması ve yorumlanması, inceleme-yazma, düzenleme (%50).



KAYNAKLAR

- Abdüsselam, M. S. (2014). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 59-74.
- Albayrak-Sarı, A., Canbazoğlu-Bilici, S., Baran, E., ve Özbay, U. (2016). Farklı branşlardaki öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) yeterlikleri ile bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 6(1), 1-21.
- Alev, N., Karal-Eyuboglu, I. S., ve Yigit, N. (2012). Examining pre-service physics teachers' pedagogical content knowledge (PCK) with web 2.0 through designing teaching activities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5040–5044. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.383>
- Archambault, L. M., ve Barnett, J. H. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers & Education*, 55(4), 1656-1662. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Bao, L., ve Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(2). <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>
- Bozkurt, E. (2014). TPACK levels of physics and science teacher candidates: problem and possible solutions. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2), 1-22.
- Creswell, J. W., ve Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Sage Publications.
- Doering, A., Veletsianos, G., Scharber, C., ve Miller, C. (2009). Using the technological, pedagogical, and content knowledge framework to design online learning environments and professional development. *Journal of Educational Computing Research*, 41(3), 319–346. <https://doi.org/10.2190/ec.41.3.d>
- Erdem, A. (2020). Teknoloji destekli fizik laboratuvarı etkinliklerindeki kısıtlar ve engeller konusunda öğretmen görüşlerinin değerlendirilmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74), 916–933. <https://doi.org/10.17755/esosder.553124>

- Erdoğan, Ş., ve Bozkurt, E. (2023). Fizik öğretmen adaylarının “yapay zekâ” kavramına ilişkin algılarının incelenmesi: Bir metafor çalışması. *Medeniyet ve Toplum Dergisi*, 7(2), 152-163.
- Ferrari, A., Cachia, R., & Punie, Y. (2009). *Literature review on innovation and creativity in E&T in the EU member states*. <http://www.jrc.ec.europa.eu/>
- Field, A. (2000). *Discovering statistics using SPSS*. Sage Publications.
- Gümüş, A. (2022). Twenty-First-Century teacher competencies and trends in teacher training. In Y. Alpaydin & C. Demirli (Eds.), *Educational theory in the 21st century science, technology, society and education* (pp. 243-267). Palgrave Macmillan Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9640-4_11
- Joo, Y. J., Park, S., ve Lim, E. (2018). Factors influencing preservice teachers' intention to use technology: TPACK, teacher self-efficacy, and technology acceptance model. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(3), 48–59.
- Kabakci Yurdakul, I., Odabasi, H. F., Kilicer, K., Coklar, A. N., Birinci, G., ve Kurt, A. A. (2012). The development, validity and reliability of TPACK-deep: A technological pedagogical content knowledge scale. *Computers & Education*, 58(3), 964–977. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.012>
- Kahramonovna, M. D. (2021). Innovative teaching methods. *International Journal on Orange Technologies*, 3(7), 35-37. <https://dx.doi.org/10.31149/ijot.v3i7.2063>
- Kalyani, D., ve Rajasekaran, K. (2018). Innovative teaching and learning. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3(1), 23–25. <https://dx.doi.org/10.21839/jaar.2018.v3S1.162>
- Karabuz, O., ve Ogan-Bekiroglu, F. (2020). Pre-Service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPCK) related to calculator-based laboratory and contextual factors influencing their TPCK. *Journal of Curriculum and Teaching*, 9(3), 57-75. <https://doi.org/10.5430/jct.v9n3p57>
- Koehler, M. J., ve Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152. <https://doi.org/10.2190/0EW7-01WB-BKHL-QDYV>



- Koehler, M.J., ve Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). Routledge.
- Leedy, P. D., ve Ormrod, J. E. (2005). *Practical research: Planing and design* (8th ed.). Pearson Education International.
- Masrifah, M., Setiawan, A., Sinaga, P., ve Setiawan, W. (2018). Profile of senior high school in-service physics teachers' technological pedagogical and content knowledge (TPACK). *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012025>
- Merriam, S. (2009). *Qualitative research: A guide to implementation and design* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Miles, M, B., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage Publishing.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *Milli eğitim bakanlığı bilim ve sanat merkezleri yönergesi*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016_10/07031350_bilsem_yonergesi.pdf
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academic Press.
- Olszewski-Kubilius, P. (2010). Special schools and other options for gifted STEM students. *Roepers Review*, 32(1), 61-70. <https://doi.org/10.1080/02783190903386892>
- Önder, E. B., Tanel, Z., ve Tanel, R. (2023). Fizik öğretmen adaylarının gerçek ve sanal laboratuvar deneylerine ilişkin görüşleri. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 55, 168-193.
- Pallant, J. (2010). *SPSS survival manual* (4th ed.). Open University Press.
- Strauss, A., ve Corbin, J. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (4th ed.). Sage Publishing.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate analysis* (6th ed.). Pearson Publications.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (2023). *11. yenilikçi eğitim uygulamaları destekleme programı çağrı metni*. https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/26710/4005_cagri_metni.pdf

- Uçar, M. B., Demir, C., ve Hiğde, E. (2014). Exploring the self-confidence of preservice science and physics teachers towards technological pedagogical content knowledge. *ProcediaSocial and Behavioral Sciences*, 116, 3381-3384. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.768>
- Urban-Woldron, H. (2011). Integrating technology into pre-service physics teachers' pedagogical content knowledge. *Proceedings of the Conference ESERA 2011*. ESERA Science Education Research Series.
- Zhu, C., Wang, D., Cai, Y., ve Engels, N. (2013). What core competencies are related to teachers' innovative teaching?. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 41(1), 9–27. <https://doi.org/10.1080/1359866x.2012.753984>



Ek: Uygulama Sürecinde Yararlanılan Etkinlikler

Etkinlik No	Etkinlik Adı
E-1	Buz Kırma Etkinlikleri
E-2	Fizik Eğitiminde Web 2.0 Araçları ve Dijital İçerik Geliştirme
E-3	Özel Yeteneklilerde Fen Eğitimi ve Fizik Eğitiminde Basit Malzemelerle Etkinlik Geliştirme
E-4*	Atölye Çalışması I
E-5	Fizik Öğretiminde Arduino ile Ölçme Araç-Gereçleri Tasarlama
E-6	Teknoloji Destekli Fizik Eğitimi
E-7	Çevrim İçi Öğrenme Ortamları- Ölçme ve Değerlendirme Araçları
E-8*	Atölye Çalışması II
E-9	Fizik Eğitiminde Arduino ile Deney Düzenekleri Geliştirme
E-10	Bağlam Temelli Öğrenme Modeli ve Fizik Eğitimindeki Uygulamaları
E-11*	Atölye Çalışması III
E-12	Fizik Eğitiminde Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve Hologram Uygulamaları
E-13	Süperiletkenlik Araştırma Laboratuvarı Gezisi
E-14	TARLA (Turkish Accelerator and Radiation Laboratory- Türk Hızlandırıcı ve Işınım Laboratuvarı) gezisi
E15*	Atölye Çalışması IV

*Bu etkinlikler, katılımcıların gün içerisinde edindikleri bilgi ve becerilerin alan uzmanları eşliğinde uygulamalarını gerçekleştirebildikleri tasarım odaklı etkinliklerdir.

EXTENDED SUMMARY

Physics education for the twenty-first century aims to develop advanced reasoning skills and deepen conceptual understanding (Bao & Koenig, 2019). These goals are crucial, particularly for gifted students to maximize their existing potential and develop a comprehensive understanding of the real and designed world (National Research Council [NRC], 2012; Olszewski-Kubilius, 2009). At this point, it is also expected that educational processes meet contemporary educational requirements. Teachers, by virtue of their role, are the most critical actors responsible for facilitating the transition between defined learning objectives and learners. In the context of technology integration in education, teachers are expected to encourage effective use of technology to enhance individual learning paces of students and devote time to both their own learning and their students' learning. Innovative teaching aims to impart knowledge and skills more effectively based on the competencies needed for the future, offering students creative and innovative experiences (Kahramonovna, 2021). Innovative teaching is a process that supports students' creative potential through new methods, tools, and content (Ferrari et al., 2009). According to Kalyani and Rajasekaran (2018), innovative teaching involves teachers changing their teaching styles and methods with creative and innovative approaches. It is vital for both current and future education to help students maximize their potential.

Innovative teaching involves using new and diversified ideas, methods, strategies, and activities to understand students' individual differences, facilitate active learning, develop students' creative potential, stimulate learning interests, and enhance learning effectiveness in teaching and learning processes (Zhu et al., 2013). The integration of technology into the teaching process is considered a way to implement innovative teaching (Doering, 2009; Kahramonovna, 2021). In the context of physics education, technologies such as augmented reality, virtual reality, virtual laboratories, robotics applications, Web 2.0 tools can be integrated into learning environments. Research in the literature indicates studies conducted with the participation of physics teachers and teacher candidates in the integration of such technologies into the teaching process (e.g., Abdüsselam, 2014; Erdem, 2020; Erdoğan & Bozkurt, 2023; Önder et al., 2023). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) aims to define the necessary knowledge base for teachers to effectively use technology in education (Koehler & Mishra, 2005). In this context, TPACK is not a model aiming to integrate technology into education, but rather a theoretical framework that integrates learning and teacher qualities with technology (Archambault & Barnett, 2010). TPACK consists of three fundamental



components: *Technological Knowledge (TK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, and *Content Knowledge (CK)*. TK covers the awareness and skills of the teacher regarding the technologies and tools that can be used in the teaching process. The knowledge of the methods and techniques that teachers use to deliver the targeted content to learners is defined within PK. CK emphasizes the teacher's expertise in the subject and represents types of knowledge such as concepts and principles (Koehler & Mishra, 2008). Other components of the framework, *Technological Content Knowledge (TCK)*, *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*, and *TPACK*, consist of interactions among these knowledge sets (Kabakçı Yurdakul et al., 2012).

Incorporating technology-supported innovative practices into education holds significant potential, especially in enhancing the pedagogical practices of physics teachers. Thus, this study aims to investigate how the participation of physics teachers in activities involving technology-supported innovative practices influences their technological pedagogical content knowledge and their utilization of technology in teaching processes. The study group consists of physics teachers working in Science and Art Centers (SAC), which provide education to gifted students. It is expected that they will create differentiated and enriched learning environments. The technology-supported innovative practices designed for these teachers were implemented as part of the TÜBİTAK 4005 Innovative Education Practices Support Program during the COVID-19 pandemic. The study employs a mixed research method with an embedded design, and the study group consists of 30 physics teachers from schools catering to gifted students. Data collection tools include the TPACK-deep scale and reflective writing forms. Results indicate a positive impact of technology-supported innovative practices on the technological pedagogical content knowledge of physics teachers. The TPACK-deep scale developed by Kabakçı Yurdakul et al. (2012), which focuses on how innovative and technology-supported practices affect TPCK, was administered to the study group as a pre-test and post-test. Reflective writing forms were used to determine the impact of innovative and technology-supported practices on physics teachers' use of technology in teaching processes. The applications within the scope of the Innovative and Technology-Supported Practices in Physics Education project were conducted between September 5-11, 2021 (6 days) in a provincial center in the Central Anatolia Region. The objectives of the project are (i) to interactively acquire knowledge and skills related to innovative and technology-supported practices, (ii) to explore how innovative and technology-supported practices can be reflected in teaching processes and project activities, (iii) to investigate leading research centers in modern science

development and thereby enable participants to explore current research areas in physics, and (iv) to gain a holistic perspective on science. The activities used during the implementation process include activity design, observation, experimentation, product-oriented STEM workshop studies, and technical visits. Research results demonstrate that technology-supported innovative practices have a positive impact on the technological pedagogical content knowledge of physics teachers. In parallel, it has been shown that teachers tend to think more holistically about integrating technology into learning environments after the implementation compared to before. Drawing from the research findings, it can be stated that especially in physics teacher training programs, focusing on the development of technological pedagogical content knowledge (TPACK), future teachers should be enabled to improve their skills in effectively integrating technology into educational processes. These programs should provide teacher candidates with direct interaction opportunities with various technological tools and applications to explore and enhance their application skills in learning environments. Additionally, schools should offer professional development programs and workshops to improve existing teachers' skills in integrating technology into their lessons by exploring, testing, and implementing new technological tools. The current study has specific limitations. First, teachers' TPACK is contextual. This means that TPACK may vary in school learning environments according to various factors such as classroom culture, student characteristics, and school policy (Doering, 2009). Therefore, it should be noted that the data collection process of the research was conducted during the implementation process of technology-supported innovative practices. The level and manner in which teachers integrate technology into their classroom environments may vary. For future research, it is recommended to examine teachers' TPACKs in more detail, especially dimensionally, including teachers from different branches, and investigate how much teachers use the knowledge and experience they gain in professional development programs in their own classroom environments. In addition, considering that technological advancements are rapidly transforming education, it is recommended to include tools such as the metaverse or artificial intelligence in technology-supported practices and examine their effects on TPACK. Consequently, there is a recommendation to enhance professional development activities aimed at improving teachers' proficiency in effectively integrating technology into teaching.