



Fen Öğretmenlerinin TPAB Öz Yeterlik Algıları: Bir Yapısal Eşitlik Modeli Çalışması

Seyit Ahmet Kiray ¹, İsmail Çelik ², Mustafa Hilmi Çolakoglu ³

Öz

Bu çalışmanın amacı Türkiye'deki fen öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) alt boyutları arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmaktır. Bu amaç doğrultusunda TPAB'ı oluşturan yapıların birbirleri arasındaki ilişkiler oluşturulan bir model ile incelenmiştir. Bu araştırma, Türkiye'deki fen öğretmenlerini temsil edecek şekilde 81 ilde görev yapmakta olan 563 fen öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak Kiray (2016a) tarafından öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlik algılarını ölçmek için geliştirdiği ölçek kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler yapısal eşitlik modellemesi ile analiz edilmiştir. Araştırmanın ikili bilgi alanlarından oluşan dışsal değişkenlerden Teknolojik Alan Bilgisi (TAB), Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB) ve Pedagojik Alan Bilgisi'nin (PAB) TPAB üzerinde doğrudan ve pozitif etkileri görülmektedir. Bu değişkenler TPAB'taki değişimin %65'ini açıklamaktadır. PAB ise TPAB'ı en fazla etkileyen değişken olarak göze çarpmaktadır. Bu bulguya göre PAB, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmadaki bir diğer önemli bulgu ise öğretmenlerin AB'sinin, TAB ve PAB'ı doğrudan ve olumlu etkilediği, ve bu etkinin TB ve PB'ninkinden daha fazla olduğudur. Bu araştırmanın sonuçları bağlamında düşünüldüğünde, öğretmenlerin TPAB öz-yeterliklerini artırmak için geliştirilen mesleki gelişim programlarında doğrudan teknoloji odaklı bir yaklaşım yerine AB ve PAB'ı da kapsayan aşamalı bir model önerilebilir.

Anahtar Kelimeler

Teknoloji entegrasyonu
TPAB
Yapısal eşitlik modeli

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 05.10.2017
Kabul Tarihi: 27.04.2018
Elektronik Yayın Tarihi: 18.05.2018

DOI: 10.15390/EB.2018.7538

Giriş

1980'lere kadar öğretmenlik mesleği konu alanı bilgisini bilme işi olarak görülmesine rağmen, günümüzde öğretmenlerden beklenen nitelikler geçmişe göre oldukça fazladır (Kiray, 2016a). Shulman (1986) ile birlikte öğretmenlik mesleğinde alan bilgisinin yanı sıra pedagoji bilgisi de ön plana çıkmaya başlamıştır. Shulman sonrasında öğretmenlik mesleği için sahip olunması gereken nitelikler Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) kavramı ile ifade edilmiştir (Amador, Nobre ve Barros, 2016; Shulman, 1986). Mishra ve Koehler'in (2006) çalışmaları ile birlikte öğretmenlerin sahip olması gereken özelliklere teknoloji

¹ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Fen Eğitimi, Türkiye, ahmetkiray@gmail.com

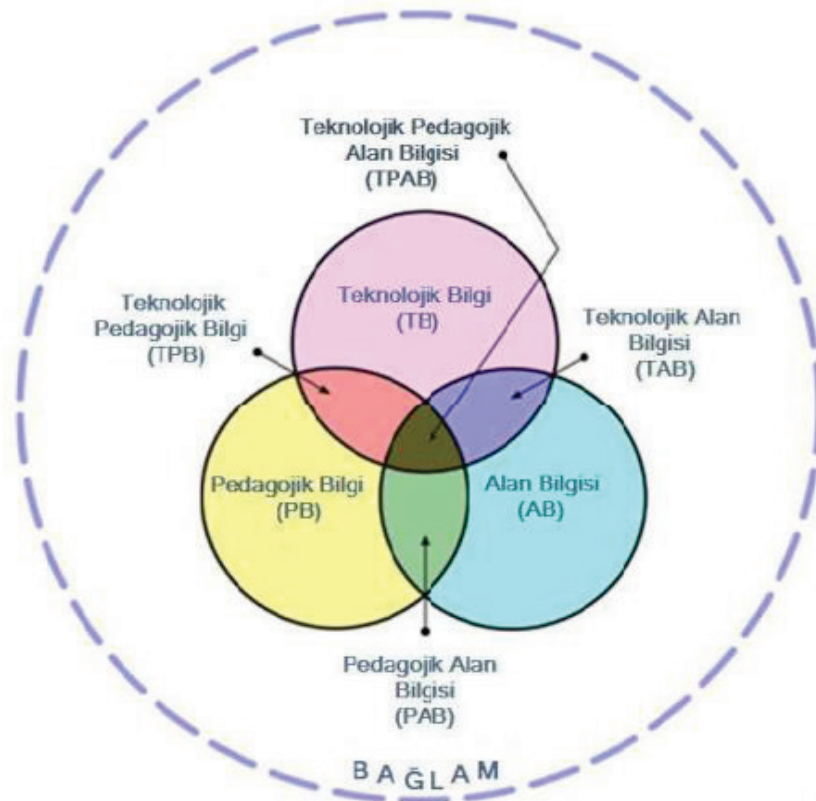
² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Türkiye, icelik@konya.edu.tr

³ Milli Eğitim Bakanlığı, Türkiye, mustafacolakoglu@meb.gov.tr

bilgisi boyutu da eklenmiştir. Bu gelişmelerle birlikte 21. yüzyılda başarılı fen öğretmenlerinin, fen alan bilgisini, uygun öğretim stratejileri ve teknolojileri kullanarak sunabilen öğretmenler olduğu kabul edilmektedir (Lin, Tsai, Chai ve Lee, 2013). Bu nedenle Amerika Birleşik Devletleri (ABD), İngiltere ve Almanya başta olmak üzere birçok ülkede fen öğretme ve öğrenme ortamlarının güncel öğretim teknolojileri ile donatılma çabası devam etmektedir (Pamuk, Çakır, Ergun, Yılmaz ve Ayas, 2013). Günümüzde dizüstü bilgisayarlar, etkileşimli tahtalar, mobil teknolojiler, video düzenleme sistemleri, elektronik ve etkileşimli yazılımlar, internet tabanlı öğrenme sistemleri birinci öncelikli dijital teknolojiler (Aktürk, Mihçi ve Çelik, 2015) olarak fen sınıflarına entegre edilmektedir. Gelecek on yılda bu listeye yeni isimler eklenmesi ya da bu listenin baştan güncellenmesi kaçınılmaz olarak görülmektedir. Yeni teknolojiler ile fen öğrenme okul duvarlarının dışına çıkmış, uzaktan eğitim, e-öğrenme, mobil öğrenme, akıllı sınıf uygulamaları artış göstermeye başlamıştır. Her geçen gün yeni bir öğretim teknolojisinin ortaya çıktığı ve yükselişe geçtiği 21. yüzyılda fen öğretiminde kaliteyi artırmak için hızlı değişen teknolojilere alan bilgisini ve pedagoji bilgisini entegre etmek fen öğretmenlerinin birinci önceliği haline gelmiştir. Ancak, yapılan araştırmalar sonucunda teknolojinin bağımsız olarak pedagojik bilgiye ve alan bilgisine katkısının olmayacağına farkına varılmış ve teknolojinin öğrenme-öğretme sürecine entegrasyonuna odaklanılmaya başlanmıştır (Gill ve Dalgarno, 2017; Graham vd., 2009; Kumar, 2017). Bu durum ise Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) kavramını ortaya çıkarmıştır.

Kuramsal Çerçeve

Koehler ve Mishra'nın (2009) çalışmalarında teknolojik bilgi, pedagojik bilgi ve alan bilgisi birbiriyle kesişen venn diagramı şeklinde üç küme olarak gösterilmiştir. Koehler ve Mishra (2009), bu üç kümenin kesiştiği alana TPAB ismini vermiştir. Bununla birlikte günümüzde TPAB, özel alan bilgisinin üzerine pedagoji ve teknoloji bilgisinin entegre edilmesi şeklinde kavramsallaşmıştır. Koehler ve Mishra'nın venn diyagramında alan bilgisi fen olarak alındığında TPAB kavramı fene özel hale gelmektedir (Lin vd., 2013). TPAB'ın fen eğitimine uyarlandığı çalışmada Kiray (2016a), Kohler ve Mishra'nın venn şemasında ortaya çıkan 7 boyutu aşağıdaki gibi açıklamıştır.



Şekil 1. TPAB ve TPAB'ın Etkileşimli Olduğu Bilgi Türleri (Koehler ve Mishra, 2009)

- 1- Teknoloji Bilgisi (TB): Teknoloji ile ilgili genel bilgidir. Geleneksel teknolojilerden (laboratuvar materyalleri gibi) bilgisayar ve internet temelli teknolojilere (bloglar ya da mobil cihazlar gibi) kadar geniş bir alanı içine alır.
- 2- Pedagoji Bilgisi (PB): Öğrenme ve öğretme yolları ile ilgili genel bilgidir. Öğretme-öğrenme strateji, yaklaşım, teknik, metot, model ve kuramlarını, ölçme değerlendirme yaklaşımlarını, sınıf yönetimini ve öğrenciler arasındaki bireysel farklılıklarını dikkate alarak ders planlamayı da kapsayan geniş bir alanı içine alır.
- 3- Alan Bilgisi (AB): Konu alanı ile ilgili bilgidir. Fen dersini oluşturan fizik, kimya, biyoloji, astronomi, yer bilimleri derslerine ait yeterli alan bilgisini, fen dersi kapsamında öğretilmesi planlanan kavram, ilke, genelleme, teori ve yasaları, fen dersi kapsamındaki kavram yanlışlarını, fen teknoloji toplum ve çevre etkileşimi ile ilgili alan bilgisini, bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası ile ilgili alan bilgisini bilmeyi gerektiren geniş bir alandır.
- 4- Pedagojik Alan Bilgisi (PAB): Belirli bir konu alanının öğretimi için sahip olunması gereken pedagoji bilgisidir. Konu alanı bilgisi ile pedagoji bilgisini entegre etmeyi amaçlar.
- 5- Teknolojik Alan Bilgisi (TAB): Belirli bir konu alanının öğretimi için sahip olunması gereken teknoloji bilgisidir. Konu alanı bilgisi ile teknoloji bilgisini entegre etmeyi amaçlar.
- 6- Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB): Teknoloji kullanımının öğretme ve öğrenmeyi nasıl etkilediği hakkındaki genel bilgidir. Pedagoji bilgisi ile teknoloji bilgisini entegre etmeyi amaçlar.
- 7- Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB): Belirli bir konu alanının teknoloji ve pedagoji bilgisi ile bütünleştirilerek sunulması ile ilgili bilgidir. PAB, TPB ve TAB ile ilişkilidir.

TPAB kuramsal modelinde, AB, PB ve TB bilgilerinin birbirinden bağımsız değil, birbirleriyle etkileşimli bir biçimde ele alınması gerektiği belirtilmektedir (Mishra ve Koehler, 2008). Örneğin, hücreler konusunda araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisini kullanmak isteyen bir öğretmen yalnızca ders konusuna ilişkin alan bilgisine, pedagojik bilgi kapsamında sadece öğretim yöntemi bilgisine ya da yalnızca teknoloji bilgisine (örn, simülasyonlar) sahip olması yeterli değildir. Öğretmenin, öğrencilerin hücre konusu ile ilgili ön bilgilerini, anlamakta güçlük çekebilecekleri kavramları ve kavram yanlışlarını düşünerek, konunun öğretiminde kullanılacak teknolojik araçları belirlemesi, belirlenen teknolojilerin öğrencilerin araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme süreçlerini nasıl etkileyeceğini anlaması ve teknolojiyi öğretim sürecine ne zaman ve nasıl entegre edebileceği konusunda bilgi sahibi olması gerekmektedir (Canbazoglu Bilici ve Baran, 2015).

Literatür Taraması

Teorik olarak bakıldığında TPAB yedi alt boyuta sahip olmasına rağmen genellikle etkili teknoloji entegrasyonu olarak kabul edilmekte ve yapılan araştırmaların daha çok teknoloji boyutunun ağırlık kazandığı çalışmalar görülmektedir (Kabakçı Yurdakul vd., 2012). TPAB'ın teknoloji boyutunun ön plana çıktığı çalışmalarda iki farklı eğilim görülmektedir. Bunlardan ilki TPAB'ın sadece teknoloji ile ilgili boyutlarını ele alıp içerisinde teknoloji boyutu bulunmayan AB, PB ve PAB boyutlarının dışarıda bırakıldığı çalışmalardır (Graham vd., 2009). İkincisi ise sadece teknoloji boyutuna odaklanılarak öğrencilerin ya da öğretmenlerin TPAB öz-yeterliklerindeki değişimi gözlemleyen çalışmalardır (Guzey ve Roehrig, 2009; Jang, 2010).

Koehler ve Mishra'nın (2009) çalışmaları ile eğitim teknolojilerinin öğretim programları içerisinde entegre edilmesinin etkili öğrenme için önemli bir adım olduğu anlaşılmıştır. Bu durum öğretmenlerin farklı teknolojik araçları kullanmasını ve teknoloji okuryazarlıklarını geliştirmelerini bir zorunluluk haline getirmektedir (Jang ve Tsai, 2013). Bununla birlikte yapılan çalışmalarda öğretmenlerin teknolojiyi eğitim ortamlarında kullanmaya kendilerini hazır hissetmedikleri görülmektedir (Çelik, Şahin ve Aktürk, 2014). Jang (2010), fen öğretmenleri ile etkileşimli tahta kullanarak fen öğretme odaklı bir araştırma gerçekleştirmiştir. Etkileşimli tahtayı yeni kullanmaya başlayan bu öğretmenler aldıkları eğitimi uygulamak için konu alanı olarak ısı ve sıcaklık konusunu

seçmişlerdir. Araştırmada yer alan öğretmenler bu konuda PAB güven düzeylerinin iyi olduğunu göstermişlerdir. Öğretmenler yeterli düzeyde olan PAB bilgilerine etkileşimli tahta ile teknoloji boyutunu da eklemiştir. Uygulama sonunda öğretmenlerin etkileşimli tahta kullanmalarının onların alan bilgilerini kullanmalarında büyük kolaylık sağladığını, daha önce etkileşimli tahta kullanmadan öğretmekte zorlandıkları birçok konuyu rahatlıkla öğretmeye başladıklarını ifade etmişlerdir. Teknolojinin devreye girmesi PAB öz-yeterlik düzeyi iyi olan fen öğretmenlerinin alan bilgisini öğretmelerine büyük katkı sağlamıştır. Sonuç olarak etkileşimli tahta teknolojisinin PAB düzeyi yüksek öğretmenler tarafından kullanımı fen öğretmenlerinin TPAB özgüvenlerini artırmıştır.

Guzey ve Roehrig (2009), ortaokul fen öğretmenlerine artırılmış teknoloji topluluğu (Technology Enhanced Communities) adını verdikleri bir program uygulamıştır. Bu programda öğretmenlerin araştırma-inceleme temelli öğrenme ortamında çeşitli eğitimsel teknolojileri, pedagoji ve fen alan bilgileri ile entegre ederek kullanmalarını amaçlamıştır. Öğretmenlerin fen öğretirken teknoloji kullanma üzerine aldıkları eğitim, onların pedagoji bilgilerinin kullanım alanlarını da artırmıştır. Bu çalışma öğretmenlerin pedagoji bilgilerindeki öz-yeterliklerinin teknoloji bilgileri arttıkça arttığını ortaya koymuştur. Graham ve diğerleri (2009) yaptıkları çalışmada fen öğretmenlerine dijital teknoloji destekli fen öğretmeyi amaçlayan *SciencePlus* isimli bir uygulama yapmışlardır. Uygulama sonunda öğretmenlerin özgüvenlerinin en yüksekten en düşüğe doğru TB, TPB, TPAB ve TAB şeklinde sıralandığını görmüşlerdir. Bu araştırma öğretmenlerin dijital teknolojileri TPAB'ın üç temel alt boyutu içerisinde alan bilgisi boyutuna en zor entegre ettiklerini göstermektedir. Öğretmenlerin eğitim aldıklarında teknolojiyi PB ile birleştirmekte çok zorlanmazken, AB ile birleştirmekte özgüvenlerinin daha az olduğunu ortaya çıkarmıştır. Boylamsal olarak gerçekleştirilen bir araştırmada, TPAB temelli etkinliklerden oluşan hizmet içi eğitimler öğretmenlerin TAB, TPB, bağlam bilgisi, TPAB öz-yeterliklerini olumlu yönde etkilemiştir (Canbazoğlu Bilici ve Baran, 2015). Kafyulilo, Fisser ve Voogt (2014) ise fen bilimleri öğretmeniyle yürütmüş olduğu çalışmada, TPAB temelli hizmet içi eğitim sonrasında öğretmenlerin öz-yeterliklerinde en fazla artış sırasıyla TAB, TPAB, TPB ve TB boyutlarında olmuştur. Türkiye'de yedi farklı üniversitede öğrenim gören 665 fen bilimleri öğretmen adayları ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise katılımcıların TPAB öz-yeterliğine yönelik bir yapısal eşitlik modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modelde TB ve PB'nin TPAB'a doğrudan etkisinin olmadığı ancak PAB üzerinden dolaylı etkisi bulunmuştur (Günbatar, Damar ve Boz, 2017). İlgili literatürdeki çalışmalarda, araştırmacıların çoğu AB'nin PAB için ön koşulu olduğunu belirtmiştir (Kleickmann vd., 2013). Örneğin, Canbazoğlu, Demirelli ve Kavak (2010), maddenin tanecikli yapısı ünitesi üzerinde yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının konu alanı bilgilerinin kullandıkları öğretim yöntem ve tekniklerini etkilediğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının konu alanı bilgilerinde eksiklik olan yerlerde düz anlatım yöntemini kullandıklarını tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada öğretmen adaylarının tam hâkim olmadıkları konuları öğretirken uygun ifadeleri seçmekte zorlandıklarını ve bu konularda kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya çıkarmışlardır. Bu durum Shulman (1986) tarafından ortaya atılan PAB kavramının konu alanına özgü olarak değişim gösterdiğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin her konu alanına özel pedagojik alan bilgisi geliştirmesi gerekmektedir (Akerson, Carter, Rogers ve Pongsanon, 2018; Aydoğan Yenmez, Erbaş, Alacacı, Çakıroğlu ve Çetinkaya, 2017; Shulman, 1986; Tekkaya ve Kılıç, 2012). Baran ve Canbazoğlu Bilici (2015), TPAB üzerine yapmış olduğu alan yazın çalışmasında, TPAB üzerine yapılan tüm kuramsal çalışmaların ABD merkezli olduğunu (Chai, Koh ve Tsai, 2013), Türkiye'de TPAB bilgi yapısının daha iyi anlaşılabilmesi için yeni kuramsal çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir.

Araştırmanın Önemi

İlgili literatürde fen eğitimi ile ilgili TPAB çalışmaları olmasına rağmen bu çalışmalar ağırlıklı olarak bir ünite veya konunun öğretiminin öğretmen adayları ya da öğretmenlerin TPAB öz-yeterliklerine etkisini inceleyen deneysel çalışmalar ya da sınırlı sayıdaki öğretmen/öğretmen adayının TBAP öz-yeterlikleri hakkındaki görüşlerine yer verilen nitel araştırmalardan oluşmaktadır. Bu çalışma, Türkiye genelindeki fen öğretmenlerinin TPAB öz-yeterlikleri ve TPAB alt boyutları

arasındaki ilişkiyi ortaya çıkaracak bir tarama çalışması olması nedeni ile diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. TPAB alt boyutları arasındaki ilişkilerin ve TPAB'ta etkili olan bilgi türlerinin belirlenmesinin öğretmenlerin TPAB öz-yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve uygulamalara yön vermesi beklenmektedir. Ayrıca, literatürde TPAB kuramsal yapısını oluşturan bilgiler arasındaki ilişkinin hala net olmadığı (Chai, Ng, Li, Hong ve Koh, 2013) ve öğretmenlerin branşlarına göre TPAB düzeylerinin değiştiği (Kula, 2015) vurgulanmaktadır. Fen öğretmenlerinin TPAB öz-yeterlikleri arasındaki ilişkinin diğer branşlar ile farklılık gösterebilecek olması nedeni ile bu araştırmanın sonuçları önemli görülmektedir. Bu kapsamda çalışmanın amacı Türkiye'deki fen öğretmenlerinin TPAB öz-yeterlikleri alt boyutları arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartmaktır. Bu amaç doğrultusunda TPAB'ı oluşturan yapıların birbirleri arasındaki ilişkiler bir yapısal eşitlik modeli ile incelenecektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranacaktır:

Fen öğretmenlerinin,

- 1- Teknolojik alan bilgilerini hangi değişkenler etkilemekte ve bu değişkenler teknolojik alan bilgisinin ne kadarını açıklamaktadır?
- 2- Teknolojik pedagojik bilgilerini hangi değişkenler etkilemekte ve bu değişkenler teknolojik pedagojik bilginin ne kadarını açıklamaktadır?
- 3- Pedagojik alan bilgilerini hangi değişkenler etkilemekte ve bu değişkenler pedagojik alan bilgisinin ne kadarını açıklamaktadır?
- 4- Teknolojik pedagojik alan bilgilerini hangi değişkenler etkilemekte ve bu değişkenler teknolojik pedagojik alan bilgisinin ne kadarını açıklamaktadır?

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırmada ilişkiisel tarama modeli kullanılmıştır. Bu model ile, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek ve neden-sonuç ile ilgili ipuçları elde etmek amacıyla yapılmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Bu araştırmanın değişkenleri TPAB kuramsal yapısının alt boyutları olan AB, PB, TB, TAB, PAB, TPB ve TPAB faktörlerinden oluşmaktadır.

Evren ve Örneklem

Bu çalışmada evren olarak 2016-2017 öğretim yılında Türkiye'de görev yapmakta olan fen öğretmenleri alınmıştır. Bu araştırma, Türkiye'deki fen öğretmenlerini temsil edecek şekilde 81 ilde görev yapmakta olan tabakalı örneklem tekniği ile belirlenmiş 563 fen öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada tabakalı örneklem tekniğine göre ilk olarak Türkiye'nin tüm illerinde çalışan fen bilimleri öğretmeni tespit edilmiştir (2016-2017 öğretim yılı itibariyle 36.546 öğretmen). Hangi illerden kaç öğretmenin araştırmaya dâhil edileceği ise bir ilde çalışan fen öğretmeni sayısının Türkiye'deki tüm fen bilimleri öğretmeni sayısına oranlanarak belirlenmiştir (oran katsayısı:0,015). Örneğin Adana'da çalışan 1.089 öğretmenden 16'sı, Ankara'da çalışan 2.219 öğretmenden 33'ü araştırmaya katılmıştır. Araştırmaya katılan öğretmenlerin 296'sı erkek, 267'si ise kadındır. Öğretmenlerin 497'si eğitim fakültesi, 12'si eğitim enstitüsü, 46'sı fen-edebiyat fakültesi ve 8'i ise mühendislik fakültesinden mezun olmuştur. Öğretmenlerin yaş ortalaması 32,63'tür.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak Kıray (2016a) tarafından öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB öz yeterlik algılarını ölçmek için geliştirdiği ölçek kullanılmıştır (EK-A). Ölçek toplam 55 maddeden ve yedi alt boyuttan oluşmaktadır. Geliştirilen ölçek 5'li likert tipinde olup seçenekler "1-Hiç bilmem" ile "5-Çok iyi düzeyde bilirim" arasında değişmektedir. Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları ile birlikte ilgili alt boyutlar şu şekildedir: AB (0,866), PB (0,902), TB (0,875), TAB (0,916), PAB (0,792), TPB (0,922), TPAB (0,924). Ölçeğin geneline ilişkin güvenilirlik katsayısı ise 0,969'dur. Ölçek geliştirme sürecinde doğrulayıcı faktör analizi yapılmış olup, ölçek maddelerin faktör yükleri 0,37 ile 0,83 arasında değişmektedir. Ölçeğin test-tekrar test güvenilirliği ise 0,82'dir. Ölçeğin alt

boyutlarına ilişkin bu araştırmadaki verilerin güvenirlik katsayıları ise AB (0,883), PB (0,892), TB (0,905), TAB (0,896), PAB (0,798), TPB (0,874), TPAB (0,829) olarak bulunmuştur. Ölçeğin geneline yönelik Cronbach alfa güvenirlik katsayısı ise 0,862'dir. Araştırmalarda kullanılabilir veri araçları için beklenen güvenirlik katsayısının 0,70 olduğu (Anastasi, 1982; Tezbaşaran, 1997) düşünüldüğünde, TPAB ölçeğine yönelik güvenirlik düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada kullanılan TPAB öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilme şekli diğer TPAB ölçeklerinden farklılık göstermektedir. Ölçek üç aşamalı olarak geliştirilmiştir. Birinci aşamayı TB, AB, PB alt boyutları oluşturmaktadır. İkinci aşama bu üç alt boyuttaki maddelerin birbiri ile bütünleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. TB maddeleri ile AB maddeleri ile birleştirilerek ikinci aşamanın TAB boyutu, TB ve PB alt boyutundaki maddeler birleştirilerek ikinci aşamanın TPB alt boyutu, PB ve AB maddeleri birleştirilerek ikinci aşamanın PAB boyutu oluşturulmuştur. Yani ikinci aşama birinci aşamanın üzerine inşa edilmiştir. Üçüncü aşama ise ikinci aşamadaki PAB, TPB ve TAB alt boyutlarının birbiri ile bütünleştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu özelliği nedeniyle bu çalışma diğer TPAB çalışmalarından ayrılmaktadır. Bu çalışmada TPAB öz-yeterliğine diğer alt boyutların etkisi ön plana çıkmaktadır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada verilerin analiz edilmesinde yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Yapısal eşitlik modellemesi bir kuramsal modeli test etmek için gözlenen ve gizil değişkenler arasındaki nedensel ve karşılıklı ilişkileri ortaya koyan istatistiksel bir yaklaşımdır (Schumacker ve Lomax, 2004). Bu araştırmada ise fen bilgisi öğretmenlerinin TB, PB, AB, PAB, TAB, TPB, TPAB'ları arasındaki yordayıcı ilişkiler, Yapısal Eşitlik Modeli'ne göre AMOS 19 Programı kullanılarak Maximum Likelihood tekniği ile analiz edilmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırmadaki veriler Milli Eğitim Bakanlığı desteği ile toplanmıştır. Araştırmada kullanılan ölçek bakanlık tarafından elektronik ortama aktarılmış ve belirlenen öğretmenlerden çevrimiçi olarak ölçeği doldurmaları istenmiştir. Her öğretmen bireysel olarak ölçeği elektronik ortamda doldurmuştur. Ölçek içerisinde yerleştirilen kontrol soruları ile öğretmenlerin verdikleri cevaplar kontrol edilmiştir. İlgili kontrol soruları sonucunda ölçeği uygun şekilde cevaplamadığı belirlenen 37 öğretmene (22 kadın, 15 erkek) ait veriler araştırmadan çıkartılmıştır. Bu öğretmenlerin yerine aynı illerden başka öğretmenler araştırmaya dâhil edilmiş ve örneklem sayısını koruyacak şekilde 563 fen öğretmeninden elde edilen veriler araştırma kapsamına alınmıştır.

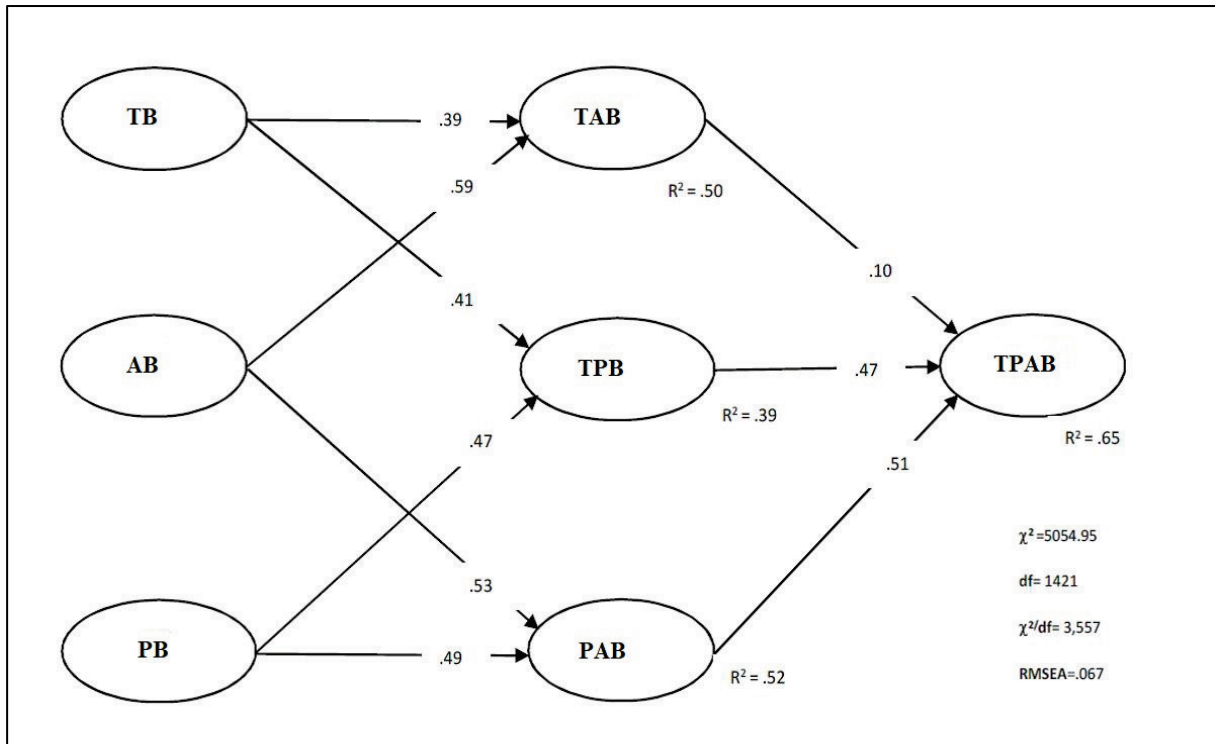
Bulgular

Araştırmanın değişkenleri olan TB, PB, AB, PAB, TAB, TPB ve TPAB arasındaki ilişkileri belirleyebilmek için yapısal eşitlik analizi uygulanmıştır. Araştırmada test edilen yapısal eşitlik modeli altı dışsal(exogenous) değişken (TB, PB, AB, PAB, TAB, TPB) ve bir içsel(endogenous) değişken (TPAB) içermektedir. Araştırmadaki yapısal eşitlik modelinin uyum indeksleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. TPAB Modeline Ait Uyum Değerleri

Ölçüm	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	TPAB Modeli Uyum Değerleri
(χ^2/sd)	≤ 3	$\leq 4-5$	3,557
RMSEA	$\leq 0,05$	0,06-0,08	0,067
NFI	$\geq 0,95$	0,94-0,90	0,973
CFI	$\geq 0,97$	$\geq 0,95$	0,992
GFI	$\geq 0,90$	0,89-0,85	0,954
AGFI	$\geq 0,90$	0,89-0,85	0,924
TLI	$\geq 0,95$	0,94-0,90	0,986
IFI	$\geq 0,95$	0,94-0,90	0,992

Şimşek'e (2007) göre, χ^2 uyum iyiliği değerinin küçük olması modelin elde edilen verilerle uyumlu olduğunun göstergesi olarak kabul edilir ve bu değer 3'ten küçük olması beklenir. Birçok durumda bu kriter karşılanmadığı için χ^2 'nin serbestlik derecesine (sd) bölünmesi ile elde edilen değere bakılır. $\chi^2/(sd)$ 'nin 3'ten küçük ya da eşit olması modelin iyi uyum sağladığını, 5'ten küçük ya da 4'e eşit olan değeri ise modelin kabul edilebilir uyumunu gösterir (Meydan ve Şeşen, 2011). Yapısal eşitlik modellerinin uyumunu test etmek sıklıkla kullanılan diğer bir uyum indeksi de Yaklaşık Hataların Karekökü (Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA) dır. Sümer'e (2000) göre RMSEA'nın 0,05'e eşit veya küçük olması mükemmel uyumu, 0,08'e kadar olan değerleri de kabul edilebilir uyumu göstermektedir. Bu çalışmada oluşturulan TPAB modelinin $\chi^2/(sd)$ ve RMSEA değeri kabul edilebilir uyum düzeyindedir. Tablo 1 incelendiğinde TPAB modeline ait diğer indeksler modelin iyi uyum değerlerine sahip olduğunu göstermektedir (Hu ve Bentler, 1999; Tanaka ve Huba, 1985; Jöreskog ve Sörbom, 1984). Araştırma modeli Şekil 2'de gösterilmiş olup, yalnızca istatistiksel olarak anlamlı yollar modele dâhil edilmiştir.



Şekil 2. TPAB Modeli

Şekil 2'de TB ($\beta=0,39$) ve AB ($\beta=0,59$) TAB'ı pozitif ve doğrudan etkilemekte ve TAB'daki değişimin %50'sini açıklamaktadır. Ayrıca, TPB ise TB ($\beta=0,41$) ve PB($\beta=0,47$) tarafından %39 oranında açıklanmaktadır. Benzer şekilde, AB ($\beta=0,53$) ve PB ($\beta=0,49$) PAB'ı pozitif ve doğrudan etkilemekte ve PAB'daki değişimin %52 sini açıklamaktadır.

Araştırmanın ikili bilgi alanlarından oluşan diğer dışsal değişkenlerden TAB ($\beta=0,10$), TPB ($\beta=0,47$) ve PAB'ın ($\beta=0,51$) TPAB üzerinde doğrudan ve pozitif etkileri görülmektedir. Bu değişkenler TPAB'taki değişimin %65'ini açıklamaktadır. PAB ise TPAB'ı en fazla etkileyen değişken olarak göze çarpmaktadır. Bu bulguya göre PAB, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda kritik bir öneme sahiptir. Öğretmenlerin PAB'dan sonra TPAB öz yeterlik algılarının en fazla etki eden ikinci değişken ise TPB'dir. Bu iki bulgu öğretmenlerin PB'lerini AB ve TB ile entegre edebilmelerinin TPAB öz yeterlikleri üzerinde etkili olduğunu ortaya çıkarmaktadır. TAB ($\beta=0,10$) ise TPAB öz yeterlik algıları üzerinde diğer iki boyuta göre daha az etkiye sahiptir.

Tartışma

Bu çalışmanın amacı fen bilimleri dersi öğretmenlerinin TPAB öz yeterlik düzeylerinin ve TPAB alt boyutları arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye'nin farklı illerinde görev yapan 563 fen bilimleri öğretmeninden veriler toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda TPAB'ı %65 düzeyinde açıklayan bir model oluşturulmuştur. TPAB alt boyutları arasındaki ilişkileri inceleyen literatürdeki çalışmalarda da TPAB'ın açıklanma düzeyi %54 ile %76 arasında bulunmuştur (Günbatır vd., 2017; Çelik vd., 2014; Övez ve Akyüz, 2013).

Bu araştırmada oluşturulan modelde TB ve AB, TAB'ı doğrudan ve olumlu yönde etkilemektedir. Buna göre, kendilerini teknoloji bilgisi ve fen alan bilgisi boyutlarında yeterli gören öğretmenlerin fen dersinde öğreteceği konuya ilişkin en uygun olan teknolojileri seçme yeterliliği de artmaktadır. Bu araştırmanın bulguları, TB ve AB'nin TAB'a yönelik pozitif ve doğrudan etkisi, bu iki bilgi türünün artmasının aynı zamanda öğretmenlerin TAB'larını da artıracaklarını göstermektedir. Bununla birlikte araştırmalar bu iki alanda birbirinden bağımsız şekilde yeterli bilgiye sahip olmanın TAB için yeterli olmadığını, bu iki alanın birbirine entegrasyonunun da özel olarak öğretilmesi gerektiğine dikkat çekmektedir (Cengiz, 2013). Graham ve diğerleri (2009) tarafından yapılan araştırma da öğretmenlerin teknolojiyi alan bilgisine entegre etmeye ilişkin öz yeterliklerinin pedagoji bilgisine göre daha az olduğu ortaya çıkmıştır. Bu araştırmadaki modelde AB'nin TAB'a olan etkisinin TB'den daha fazla olması fen öğretmenlerinin alan bilgilerinin bu iki alt boyutun entegrasyonunu sağlamada teknoloji bilgisinden daha etkili olduğunu göstermektedir. Literatürdeki bazı çalışmalar kendilerini alan bilgisi yönünden yeterli gören öğretmenlerin, öğreteceği konuya uygun teknoloji seçiminde daha başarılı olduğunu göstermektedir (Akarsu ve Güven, 2014; Chai, Koh ve Tsai, 2013; Kafyulilo vd., 2014).

Araştırmada ulaşılan bulguya göre, öğretmenlerin TPB öz yeterlik algılarına PB ve TB'nin doğrudan ve olumlu yönde etkisi vardır. Bu bulguya göre, fen dersi öğretmenlerinin PB ve TB'lerinin birlikte artması öğretmenlerinin öğretim sürecinde teknolojinin pedagojik amaçlı kullanım bilgilerini de artırmaktadır. Guzey ve Roehrig (2009) çalışmalarında TB ve PB'nin birbirlerini pozitif yönde etkilediklerini belirtmişlerdir. Graham ve diğerlerinin (2009) teknoloji odaklı uygulamaları sonunda öğretmenlerin TPB öz yeterliklerindeki artış TPAB'ın teknoloji içeren diğer boyutlarına göre daha fazla olmuştur. Bu araştırmada PB'nin TPB'ya olan etkisinin TB'den daha fazla olması, teknoloji entegrasyon sürecinin pedagoji temelli olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Son yıllardaki araştırmalarda teknoloji entegrasyon modellerinin teknoloji odaklı modellerden pedagojik odaklı modellere doğru bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Başka bir deyişle, teknoloji odaklı modeller, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik bilgi ve beceriler edinmelerini amaçlarken, pedagoji odaklı modeller ise öğretmenlerin öğretim boyunca teknolojiden yararlanma bilgilerini pedagoji bilgileri ile ilişkilendirmelerini hedefleyen modellerdir (Baran ve Uygun, 2016; Yurdakul, 2011). İlgili literatürdeki bir diğer araştırmada, öğretmenlerin bilgi ve iletişim teknolojiye yönelik aldığı hizmet içi eğitimlerden sonra TPAB yapıları araştırılmıştır. Bu çalışmanın bulgularına uyumlu şekilde öğretmenlerin TPAB alt boyutları arasındaki en güçlü ilişkinin TB ile TPB arasında olduğu bulgusuna ulaşılmıştır (Chai, Koh, Tsai ve Tan, 2011). Benzer şekilde fen öğretmenlerinin TPAB'larının modellendiği bir diğer çalışmada ise TB ve PB, TPB'yi doğrudan ve olumlu yönde etkilerken PB'nin TB'ye göre etkisi daha fazladır (Günbatır vd., 2017).

Bu araştırmadaki bulgulara göre, fen öğretmenlerinin PAB öz yeterliklerine PB ve AB öz yeterlikleri doğrudan ve pozitif yönde etki etmektedir. Shulman (1986) tarafından belirtildiği gibi öğretmenlik alan bilgisi ve PB'nin birlikte kullanılmasını gerektiren profesyonel bir meslektir. Bu araştırma da öğretmenlik için Shulman (1986) tarafından işaret edilen PAB boyutunun öğretmenlerin pedagoji ve alan bilgisi öz yeterlikleri ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle fen öğretmenlerinin bu iki alandaki bilgisinin geliştirilmesi ve bu iki alanın entegre edilmesinin öğretmenlik mesleği için önemini farkına varılmalıdır (LeBlanc, Cavlazoglu, Scogin ve Stuessy, 2017). Literatürde yapılan bazı araştırmalarda da öğretmenlerin öğreteceği alana dair kuramsal bilgi eksikliğinin öğretilen konuya dair öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasına, konunun farklı şekillerde temsil edilmemesine ve uygun metaforların seçilmemesine neden olduğu belirtilmektedir

(Tondeur, Scherer, Siddiq ve Baran, 2017). Canbazoğlu ve diğerleri (2010) yaptıkları araştırmada öğretmenlerin öğreteceği alana dair kavramsal bilgi eksikliğinin öğrencilere kavramları öğretirken farklı öğretim yollarını seçmelerine engel olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısı ile alan bilgisindeki yeterlilik öğretmenlerin PAB'larını doğrudan etkilemektedir. Kendilerini öğreteceği konu bağlamında yeterli gören öğretmenler, öğrencilere yönelik geri bildirim konusunda da her hangi bir kaygı taşımamaktadır (Koh, Chai ve Tay, 2014; Rosenberg ve Koehler, 2015).

Literatürde yapılan farklı araştırmalarda da TPB, TAB ve PAB'ın oluştuğu bilgi türleri tarafından doğrudan ve olumlu olarak etkilendiği bulgularına ulaşılmıştır (Chai vd., 2011; Çelik vd., 2014; Övez ve Akyüz, 2013; Savaş, 2011). Hechter, Phylfe ve Vermette (2012) teknoloji entegrasyonunun ilk aşaması olarak öğretmenlerin TB, PB ve AB'lerinin artırılması gerektiği belirtmiştir. İlgili üç temel bilgi türünün TPB, TAB ve PAB'ı doğrudan etkilediği için bu bilgi türlerindeki eksiklik etkili bir teknoloji entegrasyonunu engelleyecektir. Etkili bir teknoloji entegrasyonu için gerekli olan bilgi ve tecrübenin oluşturulabilmesinde her ne kadar temel alanlarda (TB, PB ve AB) bilgi ve beceriler gerekse de, sadece bu bilgi türleri teknoloji entegrasyonunun gerçekleşebilmesi için yeterli değildir (Angeli ve Valanides, 2009; Pamuk, Ülken ve Dilek, 2012). Öğretmenlerin temel alanlarda bilgili olmanın yanısıra bu bilgileri diğer alanlar ile ilişki kurarak kullanabilmesi gerekmektedir (Pamuk vd., 2012).

Araştırmada ulaşılan bir diğer bulguya göre, fen bilgisi öğretmenlerinin TPB, TAB ve PAB'ları TPAB'larını doğrudan ve olumlu olarak etkilemektedir. Bu çalışmanın bulgularına paralel bir bulguyu Harris ve Hofer (2011) ortaya çıkartmıştır. Harris ve Hofer (2011) aktivite tabanlı TPAB eğitiminin önemini belirttikleri çalışmalarında TPAB yeterlikleri ile birlikte TPB, TAB ve PAB yeterliklerinin doğru orantılı olarak arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısı ile öğretmenlerin teknolojinin entegrasyonuna yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerinde belirli bir teknolojik cihazın nasıl kullanılması gerektiğinden daha çok öğretimi yapılacak konu alanındaki kullanım boyutuna odaklanılmalıdır. Cengiz (2013), teknolojiye yönelik hizmet içi eğitimlerin teorik bilgiye dayalı olmasından ve teknolojik araçların konu alanından bağımsız bir şekilde öğretilmesinden dolayı öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında zorlandıkları gözlemlenmiştir. Etkili bir teknoloji entegrasyonu için öğretmenlerin TPB, TAB ve PAB'larının geliştirilmesinin önemini belirten araştırmacılar teknoloji, öğretim yöntemleri ve konu alanlarının birbiriyle etkileşiminin olduğu eğitim programlarının uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır (Canbazoğlu Bilici ve Baran, 2015; Harris ve Hofer, 2011; Higgins ve Spitulnik, 2008). Çünkü, sınıflarda teknolojik donanımı sağlamak, öğretmenlerin teknolojiye erişimlerini kolaylaştırmak, onların teknolojiye dair tutumlarını artırmak öğretim sürecinde teknolojinin entegre edilmesini garanti etmeyecektir (Perkmen ve Tezci, 2011). İlgili literatürde, bu araştırmanın bulguları ile uyumlu bir şekilde öğretmenlerin TPB, TAB ve PAB'larının TPAB'larını doğrudan ve olumlu olarak etkilediği çalışmalar da görülmektedir (Cox ve Graham, 2009; Günbatar vd., 2017; Hechter vd., 2012; Lin vd., 2013; Young, Young ve Hamilton, 2013).

Bu çalışmada TPAB'ın alt boyutları olan TAB'a AB'nin etkisinin TB'den daha fazla olduğu, benzer şekilde PAB boyutuna AB'nin etkisinin PB boyutundan daha fazla etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Fen alan bilgisine güvenen öğretmenlerin bu alan bilgisine teknolojiyi ve pedagojiyi entegre etmeye olan güvenlerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum eğitim alanında pedagojik ve teknolojik yeterliklerin gölgesinde kalmakta olan alan bilgisinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Bu araştırmanın bulguları yeterli alan bilgisine sahip öğretmenlerin hem teknoloji bilgisini hem de pedagoji bilgisini bu alan bilgisine entegre etmeye özgüvenlerinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Literatürde yer alan bazı çalışmalar ise bunun tersinin mümkün olmadığını göstermektedir. Graham ve diğerlerinin (2009) teknoloji odaklı uyguladığı *SciencePlus* isimli bir programın sonunda öğretmenlerin TAB özgüvenlerinin, TPAB modelindeki teknoloji bilgisini kapsayan diğer boyutlarına göre (TB, TPB, TPAB) en düşük düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Yani alan bilgisi üzerine teknolojinin entegre edilerek verilecek bir eğitim yerine teknoloji odaklı bir eğitim verilip öğretmenlerin alan bilgisi öz yeterliğinde artış beklendiğinde olumsuz sonuç alınmaktadır. Benzer şekilde Ansyari (2012) yaptığı üç haftalık TPAB uygulaması sonunda öğretmenlerin AB öz yeterliklerinde bir değişiklik olmazken TPAB'ın diğer boyutlarında bir artış olduğunu belirtmiştir.

Kleickmann ve diğerleri (2013) ise, yaptıkları araştırmada, bu araştırmada elde edilen sonuca benzer şekilde AB'nin artmasının PAB'ı da artırttığı bulgusuna ulaşmıştır.

Bu araştırmadaki modelden anlaşılan önemli başka bir bulgu ise, PAB'ın fen öğretmenlerinin TPAB'larını en fazla etkileyen bilgi türü olmasıdır. Bu sonuca göre, öğretmenlik alan bilgisinin eğitimde teknoloji entegrasyonunun ayrılmaz bir bileşeni olduğu söylenebilir. Yani, fen bilgisine yönelik kavramları en iyi şekilde öğretmenin yollarını bilmeyen bir öğretmen ne kadar çok teknoloji bilgisine sahip olursa olsun öğretim sürecine teknolojiyi yeterli düzeyde entegre edemeyecektir. Çünkü, bir öğretmenin konu alanına yönelik pedagoji bilgisi (PAB) onun dersinde yararlanacağı teknolojiye de yön verecektir (Beschoner ve Kruse, 2016; Şahin, Çelik, Oğuz Aktürk ve Aydın, 2013). Teknoloji entegrasyonuna yönelik yapılan çalışmalarda da PAB'ın kritik bir faktör olduğu belirtilmiştir. Çelik ve diğerlerinin (2014) çalışmasındaki modelde de öğretmen adaylarının TPAB'larını etkileyen değişkenlerden birisinin PAB olduğu görülmektedir. Jang'ın (2010) çalışmasında PAB düzeyi yüksek olan öğretmenlerin teknolojiyi derslerine entegre etme de oldukça başarılı oldukları ortaya çıkmıştır. So ve Kim (2009) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının PAB'larındaki eksikliğin öğretmen adaylarının öğretecekleri konu alanlarına teknolojiyi entegre etmelerini engellediği iddia etmiştir. Benzer şekilde fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB'larının modellenmesine yönelik bir çalışmada da PAB, TPAB'ı en fazla değişken olduğu bulgusuna ulaşılmıştır (Günbatar vd., 2017).

Sonuç ve Öneriler

Literatürdeki çalışmalarda TPAB'ın genellikle teknoloji boyutunun ön plana çıkartıldığı görülmektedir. TPAB ile ilgili çalışmaların büyük bir kısmında sadece teknoloji ile ilgili boyutlar ele alınmaktadır. Bununla birlikte bu çalışmada fen öğretmenlerin TPAB öz yeterliklerine en çok PAB boyutunun etki ettiği görülmektedir. Shulman tarafından ortaya atılan PAB kavramı TPAB öz yeterliklerini açıklamada en önemli alt boyut olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu araştırmanın bulguları literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırıldığında AB üzerine önce PAB'ın daha sonra da PAB üzerine teknolojiyi entegre etmenin TPAB öz yeterlik algıları açısından daha etkili sonuçlar ortaya çıkaracağı anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle, AB açısından yeterli olan öğretmenlere verilecek uygun bir pedagoji eğitimi ile PAB öz yeterliği artırılmalı, PAB'ı yeterli öğretmenlere teknoloji desteği verilerek TPAB öz yeterlikleri artırılmalıdır. Bu araştırmanın sonuçları bağlamında düşünüldüğünde, öğretmenlerin etkili bir teknoloji entegrasyonu için verilecek olan hizmet içi eğitimlerde direk olarak teknoloji odaklı bir yaklaşım yerine AB ve PAB'ı da kapsayan aşamalı bir model önerilebilir. Örneğin hizmet içi eğitim kapsamında atom konusunu öğretecek fen öğretmenlerine atom ile ilgili kavramsal çerçevede yer alan ve öğrencilerin zihinlerinde var olabilecek modeller detaylı olarak öğretilmelidir (Kıray, 2016b). Alan bilgisine hâkim olan öğretmene daha sonra bu konunun hangi öğretim yöntem ve teknikleri (drama, rol yapma vb.) ile öğretilbileceği konusunda örnek uygulamalar yaptırılabilir. PAB açısından yeterli hale gelen fen öğretmenine uygun eğitim teknolojileri (simülasyon, animasyon, video vb.) kullanılarak konunun nasıl daha somut ve anlaşılır hale getirileceği ile ilgili bir uygulama yaptırılabilir. Benzer şekilde fen öğretmen adaylarına uygulamalı derslerde AB üzerine PAB ve PAB üzerine de teknoloji bilgisi eklenecek şekilde TPAB öz yeterliklerini artırıcı çalışmalar yaptırılması önerilebilir. Bundan sonraki araştırmalarda, bu araştırmada ortaya çıkan sonuçların referans alınarak öğretmenlerin TPAB öz yeterliklerinin derinlemesine görüşme ve uzun süreli gözlemler ile araştırılması önemli görülmektedir. Bu araştırma, katılımcılar Türkiye'de farklı illerde görev yapan fen öğretmenlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle, çalışmanın bulguları Türkiye'deki fen öğretmenleri ile sınırlıdır. Bu nedenle farklı branşlarda ya da farklı kültürlerde öğretmenlerin TPAB öz yeterliklerinin araştırılması tavsiye edilebilir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının TPAB öz yeterliklerinin araştırılması önerilebilir.

Kaynakça

- Akarsu, B. ve Güven, E. (2014). Fen veteknoloji öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 13(2), 515-524.
- Akerson, V. L., Carter, I., Rogers, M. P. ve Pongsanon, K. (2018). A video-based measure of preservice teachers' abilities to predict elementary students' scientific reasoning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 79-92. doi:10.18404/ijemst.328335
- Aktürk, A. O., Mihçi, S. ve Çelik, I. (2015). Metaphors of high school students about the concept of "InteractiveWhiteboard". *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 3(2), 120-131.
- Amador, F., Nobre, A. ve Barros, D. (2016). Towards a model of a didactics of e-learning: An application to education for. *Handbook of Research on Engaging Digital Natives in Higher Education Settings*, 396-415.
- Anastasi, A. (1982). *Psychological testing*. New York: Mac Millan Publishing.
- Angeli, C. ve Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPACK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 52(1), 154-168.
- Ansyari, M. (2012). *The development and evaluation of a professional development arrangement for technology integration to enhance communicative approach in English language teaching* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Faculty of Behavioral Science, University of Twente.
- Aydoğan Yenmez, A., Erbaş, A. K., Alacacı, C., Çakıroğlu, E. ve Çetinkaya, B. (2017). Evolution of mathematics teachers' pedagogical knowledge when they are teaching through modeling. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 5(4), 317-332. doi:10.18404/ijemst.296552
- Baran, E. ve Canbazoğlu Bilici, S. (2015). Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) üzerine alanyazın incelemesi: Türkiye Örneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 15-32.
- Baran, E. ve Uygun, E. (2016). Putting technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) in action: An integrated TPACK-design-based learning (DBL) approach. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(2), 47-63.
- Beschorner, B. ve Kruse, J. (2016). Pre-service teachers' use of a technology integration planning cycle: A case study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(4), 258-271. doi:10.18404/ijemst.73952
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Canbazoğlu Bilici, S. ve Baran, E. (2015). Fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisine yönelik öz-yeterlik düzeylerinin incelenmesi: Boylamsal bir araştırma. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 285-306.
- Canbazoğlu, S., Demirelli, H. ve Kavak, N. (2010). Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ünitesine ait konu alan bilgileri ile pedagojik alan bilgileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 9(1).
- Cengiz, D. (2013). Eğitimde BİT'in betimleyici ve kuralcı yönleri-FATİH projesi örneği. *XVIII. Türkiye'de İnternet Konferansı* içinde (s. 201-205). İstanbul.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L. ve Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., Tsai, C. C. ve Tan, L. (2011). Modeling primary school preservice teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers & Education*, 57, 1184-1193. doi:10.1016/j.compedu.2011.01.007

- Chai, C. S., Ng, E. M. W., Li, W., Hong, H. Y. ve Koh, J. H. L. (2013). Validating and modelling technological pedagogical content knowledge framework among Asian preservice teachers. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1), 41-53.
- Cox, S. ve Graham, C. R. (2009). Diagramming TPACK in practice: using and elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60-69.
- Çelik, I., Şahin, I. ve Aktürk, A. O. (2014). Analysis of the relations among the components of technological pedagogical and content knowledge (TPACK): A structural equation model. *Journal of Educational Computing Research*, 51(1), 1-22.
- Gill, L. ve Dalgarno, B. (2017). A qualitative analysis of pre-service primary school teachers' TPACK development over the four years of their teacher preparation programme. *Technology, Pedagogy and Education*, 1-18.
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St. Clair, L. ve Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of in-service science teachers. *TechTrends, Special Issue on TPACK*, 53(5), 70-79.
- Guzey, S. S. ve 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.
- Günbatar, S. A., Damar, S. Y. ve Boz, Y. (2017). Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) kavramının yakından incelenmesi: İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının TPAB'ının modellenmesi. *İlköğretim Online*, 16(3), 917-934.
- Harris, J. B. ve Hofer, M. J. (2011). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(3), 211-229.
- Hechter, R. P., Phyfe, L. D. ve Vermette, L. A. (2012). Integrating technology in education: Moving the TPACK framework towards practical applications. *Education Research and perspectives: An International Journal*, 39, 136-152.
- Higgins, T. E. ve Spitulnik, M. W. (2008). Supporting teachers' use of technology in science instruction through professional development: A literature review. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 511-521.
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Jang, S. J. (2010). Integrating the interactive whiteboard and peer coaching to develop the TPACK of secondary science teachers. *Computers & Education*, 55(4), 1744-1751.
- Jang, S. J. ve Tsai, M. F. (2013). Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4).
- Jöreskog, K. G. ve Sörbom, D. (1984). *LISREL VI: Analysis of linear structural relationships by the method of maximum likelihood*, Scientific Software. Mooresville, IN.
- Kabakçı Yurdakul, I., Odabaşı, H. F., Kılıçer, K., Çoklar, 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.
- Kafyulilo, A., Fisser, P. ve Voogt, J. M. (2014). Determinants of the sustainability of teacher design teams as a professional development arrangement for developing technology integration knowledge and skills. M. Searson ve M. Ochoa (Ed.), *Proceedings of society for information technology & teacher education international conference 2014* içinde (s. 2130-2136). Chesapeake, VA: AACE.
- Kiray, S. A. (2016a). Development of a TPACK self-efficacy scale for preservice science teachers. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 527-541.

- Kiray, S. A. (2016b). The pre-service science teachers' mental models for concept of atoms and learning difficulties. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(2), 147-162. doi:10.18404/ijemst.85479
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S. ve Baumert, J. (2013). Teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge: The role of structural differences in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 64(1), 90-106.
- Koehler, M. ve Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S. ve Tay, L. Y. (2014). TPACK-in-Action: Unpacking the contextual influences of teachers' construction of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 78, 20-29.
- Kula, A. (2015). Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) yeterliliklerinin incelenmesi: Bartın Üniversitesi örneği. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(12), 395-412.
- Kumar, D. D. (2017). Analysis of an interactive technology supported problem-based learning STEM project using selected learning sciences interest areas (SLSIA). *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 53-61. doi:10.18404/ijemst.69590
- LeBlanc, J. K., Cavlazoglu, B., Scogin, S. C. ve Stuessy, C. L. (2017). The art of teacher talk: Examining intersections of the strands of scientific proficiencies and inquiry. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 5(3), 171-186. doi:10.18404/ijemst.52368
- Lin, T. C., Tsai, C. C., Chai, C. S. ve Lee, M. H. (2013). Identifying science teachers' perceptions of technological pedagogical and content knowledge (TPACK). *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 325-336.
- Meydan, C. H. ve Şeşen, H. (2011). *Yapısal eşitlik modellemesi AMOS uygulamaları*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Mishra, P. ve Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017.
- Mishra, P. ve Koehler, M. J. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. *Annual Meeting of the American Educational Research Association* içinde (s. 1-16).
- Övez, F. T. D. ve Akyüz, G. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi yapılarının modellenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(170), 321-334.
- Pamuk, S., Çakır, R., Ergun, M., Yılmaz, H. B. ve Ayas, C. (2013). Öğretmen ve öğrenci bakış açısıyla tablet PC ve etkileşimli tahta kullanımı: FATİH Projesi değerlendirmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1799-1822.
- Pamuk, S., Ülken, A. ve Dilek, N. Ş. (2012). Öğretmen adaylarının öğretimde teknoloji kullanım yeterliliklerinin teknolojik pedagojik içerik bilgisi kuramsal perspektifinden incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(17), 415-438.
- Perkmen, S. ve Tezci, E. (2011). *Eğitimde teknoloji entegrasyonu*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Rosenberg, J. M. ve Koehler, M. J. (2015). Context and technological pedagogical content knowledge (TPACK): A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186-210.
- Savaş, M. (2011). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik konusu ile ilgili teknolojik pedagojik alan bilgileri algılarının araştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Schumacker, R. E. ve Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. Psychology Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

- So, H. ve Kim, B. (2009). Learning about problem based learning: student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(1), 101-116.
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49-74.
- Şahin, I., Çelik, I., Oğuz Aktürk, A. ve Aydın, M. (2013). Analysis of relationships between technological pedagogical content knowledge and educational internet use. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 29(4), 110-117.
- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş*. Ankara: Ekinoks Yayınları.
- Tanaka, J. S. ve Huba, G. J. (1985). A fit index for covariance structure models under arbitrary GLS estimation. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 38(2), 197-201.
- Tekkaya, C. ve Kılıç, D. S. (2012). Biyoloji öğretmen adaylarının evrim öğretimine ilişkin pedagojik alan bilgileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(42).
- Tezbaşaran, A. (1997). *Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu*. Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. ve Baran, E. (2017). A comprehensive investigation of TPACK within pre-service teachers ICT profiles: Mind the gap!. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 46-60.
- Young, J. R., Young, J. L. ve Hamilton, C. (2013). The use of confidence intervals as a meta-analytic lens to summarize the effects of teacher education technology courses on preservice teacher TPACK. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(2), 149-172.
- Yurdakul, I. K. (2011). Examining technopedagogical knowledge competencies of preservice teachers based on ICT usage. *Hacettepe University Journal of Education*, 40, 397-408.

Ek 1. TPAB-Fen Öz-Yeterlik Ölçeği

1. Fen laboratuvarlarında bulunan öğretme-öğrenme sürecine yönelik materyalleri (mikroskop, radyometre, dinamometre, termometre gibi etkinlik/deney malzemeleri) kullanmayı
2. Elektronik temelli öğretim teknolojilerini (bilgisayar, projeksiyon, televizyon, kamera, video vb) kullanmayı
3. Temel yazılım programlarını (Word, Excel, PowerPoint vb.) kullanmayı
4. Etkileşimli teknolojik öğrenme araçlarını (akıllı tahta/LCD panel, tablet, dijital ders kitabı vb..) kullanmayı
5. Mobil öğrenme araçlarını (tablet, mobil telefon vb.) internet destekli kullanmayı
6. Çoklu medya ortamlarını (video klibi, animasyon, simülasyon, sanal lab vb.) kullanmayı
7. Sesli ve görüntülü iletişim sağlayan sosyal iletişim ağları (skype, messenger vb.) ile uzaktan öğrenme ortamları oluşturmayı
8. Dijital yazılım programlarını (java simülasyon, inspiration, grafik hesap makinesi vb.) kullanmayı
9. İnternet üzerinden sosyal ortam (vikiler, web blogs, elektronik doküman paylaşma) oluşturmayı
10. Günlük, yıllık ve ünitelendirilmiş plan geliştirmeyi
11. Öğrenci performansını değerlendirirken klasik(çoktan seçmeli test, boşluk doldurma vb..) ve alternatif/tamamlayıcı (portfolyo, rubrik vb..) ölçme değerlendirme araçlarını kullanmayı
12. Farklı öğretim stratejilerini (Sunuş, Buluş, Araştırma-inceleme vb.) kullanmayı
13. Farklı öğretim yöntemlerini (Probleme Dayalı öğrenme, Proje tabanlı öğrenme vb.) kullanmayı
14. Farklı öğretim tekniklerini (Beyin fırtınası, Altı Şapkalı Düşünme, Analoji, Metafor, İstasyon, drama, kartopu, sergi, panel, forum vb.) kullanmayı
15. Farklı öğretme-öğrenme yaklaşım ve kuramlarını (davranışçı, yapılandırmacı, çoklu zeka vb.) kullanmayı
16. Farklı öğretme-öğrenme modellerine (5E,7E öğrenme modelleri vb.) göre öğretim yapmayı
17. Öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak ders planlamayı
18. Farklı öğretme-öğrenme anlayışlarına göre sınıf yönetimini
19. Fizik ile ilgili mesleğim için yeterli alan bilgisini
20. Kimya ile ilgili mesleğim için yeterli alan bilgisini
21. Biyoloji ile ilgili mesleğim için yeterli alan bilgisini
22. Astronomi ile ilgili mesleğim için yeterli alan bilgisini
23. Yerbilimleri ile ilgili mesleğim için yeterli alan bilgisini
24. Fen-teknoloji- toplum- çevre etkileşimiyle ilgili alan bilgisini
25. Bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası ile ilgili alan bilgisini
26. Fen dersindeki yaygın kavram yanlışlarının neler olduğunu
27. Fen dersine ait kavramlar, ilkeler, genellemeler, teoriler ve yasalar ile ilgili alan bilgisini
28. Farklı öğretim teorilerine, yaklaşımlarına ve modellerine uygun teknolojileri kullanmayı
29. Farklı öğretim stratejilerine, yöntemlerine ve tekniklerine uygun teknolojileri kullanmayı
30. Öğrencilerin bireysel farklılıklarına göre teknolojiden faydalanmayı
31. Ölçme ve değerlendirme yaparken teknolojiden (elektronik portfolyo, online test, online rubrik vb.) faydalanmayı
32. Yeni bir teknolojinin öğretime uygunluğuna karar vermeyi
33. Farklı öğretim teknolojilerini kullanırken sınıf yönetimini
34. Teknolojiyi öğrenmeyi olumlu etkileyecek şekilde kullanmayı

35. Fen dersinin farklı öğrenme alanları (fizik, kimya, biyoloji, astronomi ...) için uygun öğretim teknolojilerine karar vermeyi
36. Fen kavramlarını daha iyi öğrenmeyi sağlayacak şekilde teknolojiden faydalanmayı
37. Fen dersine ait içerik bilgisini daha kolay öğrenmeyi sağlayacak teknolojileri seçmeyi
38. Fen dersi içerik bilgisinin anlamlı öğrenilmesini sağlayacak teknolojilere karar vermeyi
39. Fen dersindeki içerik bilgisinin özelliğine göre uygun teknolojilere (elektriğin öğretiminde simülasyon, DNA'nın öğretiminde model kullanma vb.) karar vermeyi
40. Fen dersi öğrenme alanlarına ait bilgilerimi uygun öğretim teknolojileri ile bütünleştirmeyi
41. Fen dersine ait içeriği öğretirken doğru yerde ve yeterli sürede teknolojiden faydalanmayı
42. Fen programında yer alan kazanımlara uygun ders planı hazırlamayı
43. Fen programında yer alan kazanımlara uygun öğretim teorii, yaklaşım, model, strateji, yöntem ve teknikleri seçmeyi
44. Fen programında yer alan kazanımlara uygun ölçme araçları ile değerlendirme yapmayı
45. Fen programında yer alan kazanımlara uygun sınıf içi ve sınıf dışı etkinlik tasarlamayı
46. Öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak fen dersi içeriği hazırlamayı
47. Fen kavramlarını nasıl daha kolay anlaşılır ve derinlemesine öğreteceğimi
48. Fen dersindeki yaygın kavram yanlışlarını nasıl gidereceğimi
49. Fen dersi kazanımlarını uygun stratejiler, yöntemler, teknikler ve teknolojiler ile bütünleştirmeyi
50. Fen dersi içeriğinin daha iyi öğrenilmesini sağlayacak uygun stratejileri, yöntemleri, teknikleri ve teknolojileri seçmeyi
51. Fen'in öğrenme alanlarına (fizik, kimya, biyoloji, astronomi, yer bilimi vb.) göre uygun pedagojik ve teknolojik uygulamalara karar vermeyi
52. Öğrencilerin öğrenmesinin değerini artıracak şekilde alan bilgimi, pedagoji ve teknoloji bilgim ile bütünleştirmeyi
53. Yeni çıkan strateji, yöntem, teknik, model ve teknolojileri fen kazanımlarına uyarlamayı
54. Meslektaşlarıma fen kazanımlarının uygun teknolojiler ve pedagojiler ile bütünleştirilmesi konusunda öncülük etmeyi
55. Ders kitabındaki bilginin sunuluş şeklinden farklı şekilde teknoloji ve pedagoji bilgimi kullanarak alan bilgisini yeniden yapılandırabilmeyi