

Matematik Öğretmenlerinin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisine İlişkin Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi¹

Nurten ÖZDEMİR², Ayten ERDURAN³

Özet

Bu çalışmada, matematik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisine ilişkin yeterliliklerinin “teknoloji” boyutuna dönük kısmı araştırılmıştır. Nicel ve nitel araştırma yaklaşımlarının bir arada uygulandığı çalışmada karma yöntem çeşitlerinden açıklayıcı desen kullanılmıştır. Matematik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerine ait yeterliliklerinin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada öğretmenlerin yeterliliklerini çeşitli değişkenler açısından belirleyen bir ölçek geliştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini İzmir ilinde görev yapan 214 matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Verilerin analiz edilmesinde SPSS 15.0 paket programı kullanılmıştır. Ölçeğin yapı geçerliliği için açımlayıcı faktör analizi uygulanmış; güvenilirlik için ise Cronbach Alpha katsayıları incelenmiştir. Analizler sonucu; “Ders içi temel teknoloji kullanımı”, “Sosyal medya araçlarını kullanma” ve “Üst düzey teknoloji kullanımı” olmak üzere üç alt boyuttan oluşan, 44 maddelik bir ölçek elde edilmiştir. Ölçeğin tümüne ait Cronbach Alpha güvenilirlik değeri, ön uygulamada $\alpha = 0.978$; ikinci uygulamada ise $\alpha = 0.983$ olarak bulunmuştur. Öğretmenlerin, ölçeğin tümüne ilişkin ortalama puanları $\bar{X} = 3.42$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuç öğretmenlerin konuyla ilgili yeterliliklerinin, “orta”nın üzerinde olduğunu göstermektedir. Öğretmenler sosyal medya ve temel teknoloji kullanımı konusunda kendilerini yeterli görürken; matematiksel yazılımları kullanma, web sitesi kurma, interaktif dersler oluşturma gibi üst düzey teknoloji kullanımı konusunda kendilerini yetersiz bulmuştur. Öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi yeterliliklerinde cinsiyetlerine, deneyim yıllarına ve teknolojiye yönelik ilgilerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunurken; çalıştıkları okul türüne göre anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Konuyla ilgili yeterliliklerde, erkekler ve deneyim yılı az olan öğretmenler lehine bir sonuç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: teknoloji entegrasyonu, öğretmen yeterlikleri, TPAB

An Evaluation of Mathematics Teachers' Efficiency About Technological Pedagogical Content Knowledge

Abstract

In this research, "technology" part of efficiency regarding technological pedagogical content knowledge of mathematics teachers has been studied. At the study where both quantitative and qualitative research approaches applied, a mixed design and an explanatory design in this method have been used. At the study it was aimed to develop a scale and afterwards to indicate teachers' efficiency within the scope of several variance with the help of developed scale. 214 math teachers from various schools in İzmir set off study sample. In order to analyze the data obtained, SPSS 15.0 packet has been used. For construct validity of the scale, exploratory factor analysis has been used and for the reliability, Cronbach Alpha coefficients have been studied. According to results of analysis, a scale has been obtained with 44 items consisting of three sub-dimension called " basic technology usage at lessons", " using social media devices", and " high level technology usage". Cronbach Alpha reliability value of whole scale has been obtained as $\alpha = 0.978$ at the first application and $\alpha = 0.983$ at second one. Average marks regarding the whole scale of teachers have been indicated as $\bar{X} = 3.42$. This result shows that efficiency of teachers about the subject is over "average". While teachers find themselves efficient about usage of high level technology such as social media and basic technology, they think that they are insufficient about using mathematical software, creating a web-site and preparing interactive lessons. While there is a significant difference statistically at their technological pedagogical content knowledge of teachers within the scope of their gender, professional experience years, interest into technology; there is no significant difference according to school type that teachers work. A positive result has arisen at efficiency related to subject in favor of men and less experienced teachers.

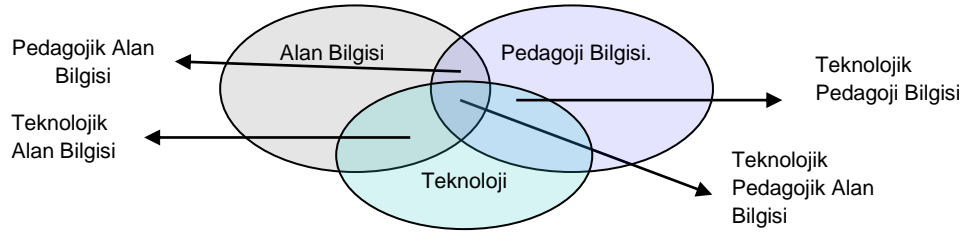
Key words: Technology integration, teacher sufficiency, TPCK

1. Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.
2. Öğretmen, MEB.
3. Dr. Öğr. Üyesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi.

Giriş

Bilim ve iletişim dünyasında yaşanan hızlı gelişmeler hayatın her alanını ve dolayısıyla eğitim çevresini de etkilemektedir. Çeşitli ülkelerdeki matematik öğretim programları teknoloji ile matematik öğretiminin gerekliliğine ve önemine değinmektedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Birçok gelişmiş Avrupa ülkesine kıyasla bu değişime geç kalan ülkemiz için ise, 2005 ve 2013 yılında ortaöğretim matematik müfredatında yapılan değişiklikler bir dönüm noktası olmuştur. Yenilenen ortaöğretim matematik dersi öğretim programları ile bilgisayar destekli matematik öğretimi vurgulanmakta ve bilgisayar destekli matematik öğretiminin bir seçenek değil, sistemi tamamlayıcı bir rol üstlenmesi gerektiği belirtilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005, 2013). Çünkü teknolojik araçlar, zengin bir öğrenme ortamı oluşturmada, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine hitap etmede, öğrenilenlerin transfer edilmesinde, üst düzey düşünmeyi desteklemede, öğrencileri gerçek yaşam problemleriyle karşılaştırma olanağı sunmada ve yaşam boyu öğrenmeyi desteklemede önemli bir role sahiptirler (Coutinho, 2007). Teknolojinin öğretime etkin ve verimli olarak entegre edilebilmesi için ise ayrıntılı yol haritalarına ve pusula görevini yapacak uzmanlara ve öğretmenlere gereksinim vardır (Bozkurt ve Cilavdaroğlu, 2011). Bu nedenle öğretmenlerden beklenen beceri ve yeterlikler konusunda köklü değişimlere gidilmiş, amaç ve hedefler konusunda revizyonlar yapılmıştır. Millî Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yeterlilikleri Kitabında (2017), öğretmenlerin; teknoloji okur-yazarı olmaları, bilgisayar ve diğer teknolojilerden yararlanmaları, meslekî gelişimlerini desteklemek ve verimliliğini artırmak için bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanmaları, bilgi ve iletişim teknolojilerini de kullanarak, farklı deneyimlere, özelliklere ve yeteneklere sahip öğrencilere uygun öğrenme ortamları hazırlamaları, öğrencilerin farklı ihtiyaçlarını dikkate alarak öğrenci merkezli stratejileri destekleyen teknolojiler kullanmaları, bilgi paylaşımı için online dergi, paket yazılımlar, e-posta gibi araçları kullanmaları gerektiği belirtilmiştir. Yani gelişen teknoloji ile birlikte bu yetenek ve yeterliklere teknoloji bilgisi de eklenmiştir. Anderson (2008), günümüzde öğretmenlerin sahip olması gereken temel beceriler arasında teknoloji kullanımının ön plana çıktığını vurgulamıştır. Teknoloji kullanımını öğrenme-öğretme sürecine dâhil etmek için pedagojik teknikleri ve alan bilgisini teknoloji ile birleştirmek şarttır. Çünkü teknik donanım ne kadar iyi olursa olsun, istenilen hedeflere ulaşmadaki en önemli sorumluluğu öğretmenler üstlenecektir (Hollebrands ve Lee, 2008).

Son yıllarda tanımlanan Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) çerçevesi ile birlikte, teknolojik araçları kullanmanın pedagojik yönünün öğretmen ve öğretmen adaylarına kazandırılmasının önemine değinilmektedir (Akkoç, 2008). Koehler ve Mishra (2005) tarafından geliştirilen TPAB modeli teknoloji, pedagoji ve içerik arasındaki ilişkileri tanımlamada ve teknoloji entegrasyonuna ilişkin yürütülen çalışmalarda kullanılmaktadır (Çoklar, Kılıçer ve Odabaşı, 2007). Schulman (1986), öğretmenler için salt alan bilgisinin yeterli olmadığını, öğretim metotları ve sınıf yönetimini kapsayan pedagojik bilgiye ve konu içeriğini sunmalarını sağlayacak birikime de sahip olmaları gerektiğini savunmuştur. Bu bilgi formu, pedagoji ve alan bilgisinin bir sentezi olarak pedagojik alan bilgisi (PAB) olarak adlandırılmıştır. TPAB modeli, Schulman'ın ortaya attığı PAB kavramının bir uzantısıdır. Yani teknolojik pedagojik alan bilgisi kavramı, öğretmenlerin teknolojiyi öğrenme-öğretme süreçlerine nasıl dâhil edeceklerini teknolojik, pedagojik ve alan bilgisi çerçevesinde açıklayan bir model olarak tanımlanmaktadır (Bull ve diğer., 2007).



Şekil 1. Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi Modeli (Koehler ve Mishra, 2005)

Bu model, temelde Teknoloji Bilgisi (TB), Alan Bilgisi (AB), Pedagoji Bilgisi (PB) olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Fakat bu modele göre bu bileşenlerin bir öğretmende ayrı ayrı olması tek başına yeterli değildir. Bunun için bileşenlerin karşılıklı etkileşimleriyle oluşan Teknolojik Alan Bilgisi (TAB), Pedagojik Alan Bilgisi (PAB), Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB) ve üçünün birleşimi olan Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) bileşenlerinin de bir öğretmende olması gerektiği belirtilmektedir.

Modelde; Teknoloji Bilgisi (TB) kişinin kullandığı teknolojiye ilişkin genel bilgisi; Teknolojik Alan Bilgisi (TAB) bireylerin, teknolojik araçları kullanmayla ilgili bilgi, deneyim ve yeteneğini kendi alanıyla entegre edebilmesi; Teknolojik Pedagoji Bilgisi (TPB), teknolojik araçları, öğretim tekniklerine uygun ve doğru biçimde kullanabilme olarak tanımlanmıştır (Koehler ve Mishra, 2006). Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) ise; öğretmenlerin teknoloji destekli öğretim yapmaları için, Pedagojik Alan Bilgisi'ni ve eğitim teknolojilerini verimli bir biçimde sınıflarında uygulamaları, teknolojiyi öğretimleri ile uygun ve etkili olarak bütünleştirmeleridir (Timur ve Taşar, 2011). Model, bileşenlerin öneminden daha çok öğretmenlerin sınıf içindeki kritik rolüne vurgu yaparak, öğretmenlerin teknolojik araçları en uygun biçimde bir araya getirmeleri gerektiğini öne sürmektedir (Bull ve diğer., 2007). Dolayısıyla konuyla ilgili yapılan çalışmalar daha çok öğretmenlerin TPAB yeterliliklerini belirlemeye yöneliktir. Levinz ve Klieger (2010), yaptıkları çalışmada, teknoloji entegrasyonunun TPAB boyutunu sorgulayacak sayısal bir gösterge geliştirmiştir. Bu gösterge, öğretime teknolojiyi entegre etme konusunda, öğretmenlerin kendi mesleki gelişimlerini test etmesinde kullanılmıştır. Çalışmada, pedagojik alan bilgisi üzerine teknoloji entegrasyonunun yanı sıra, bu entegrasyonun, öğretmenlerin öğretime teknolojiyi entegre etme konusundaki mesleki gelişimlerine yaptığı katkıdaki değişim ve ilerleme de incelenmiştir. Bulgular göstermiştir ki, zaman geçtikçe tecrübe kazanılmış ve öğretmenlerin teknoloji bilgilerini pedagojik alan bilgilerine entegre etmesi kolaylaşmıştır. Çalışmada ayrıca teknoloji entegrasyonunun, teknolojik araçları öğrenme olarak değil, pedagoji bilgisiyle teknolojiyi bütünleştirme olarak değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Menzi, Çalışkan ve Çetin (2012)'in, öğretmen adaylarının teknoloji yeterliliklerini çeşitli değişkenler açısından incelediği çalışmada veri toplama aracı olarak, Tekinarslan (2008) tarafından Türkiye koşullarında geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılan "Eğitimciler İçin Temel Teknoloji Yeterlilikleri Ölçeği" kullanılmıştır. Çalışmada, öğretmen adaylarının temel bilgisayar ve kelime işlemci kullanım becerilerinde kendilerini yeterli; internet ağı, telekomünikasyon, hesap tablosu, kurulum, bakım, sorun giderme ve medyalı iletişimde yeterliye yakın; veri tabanları ve sosyal, yasal ve etik konularda az yeterli olarak gördükleri belirtilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, MEB'in öğretmenlerden beklediği teknoloji yeterlilikleri ile bu alanda yapılmış araştırmaların sonucuna göre ortaya çıkan öğretmen yeterlilikleri arasında oldukça önemli farklılıklar görülmüştür. Benzer bir çalışma da Güneş, Gökçek ve Bacanak (2010) "Eğitimciler için Temel Teknoloji Yeterlilikleri Ölçeği" (Tekinarslan, 2008) uygulamış ve öğretmen adaylarının kendilerini temel bilgisayar kullanım becerilerinde çok yeterli; kelime işlemci kullanımında yeterli, veri tabanları konusunda ise yetersiz gördükleri ortaya çıkmıştır. Cinsiyet açısından ele alındığında, erkek öğretmen adaylarının kadın

adaylara göre teknoloji kullanımının tüm alt boyutlarında daha yeterli oldukları belirtilmiştir. Sınıf düzeylerine göre ise 1. sınıftan 4. sınıfa doğru ilerledikçe öğretmen adaylarının teknoloji yeterliliklerinin tüm alt boyutlarda arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada, elde edilen bu sonuçlar ışığında, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımında henüz yeterli seviyeye gelmedikleri, temel bilgisayar kullanımında yeterli olmalarına karşın veri tabanları, sosyal, yasal ve etik konular gibi daha ileri düzeydeki beceriler konusunda yeterli olmadıkları vurgulanmıştır. İlköğretim matematik öğretmenlerinin, teknoloji entegrasyonunda öğretmenin sahip olması gereken yeterlikler ile ilgili görüşlerinin belirlenmeye çalışıldığı bir başka çalışmada (Bozkurt ve Demir, 2010), öğretmenlerin ifadeleri Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi teorik çerçevesi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, öğretmenlerin derslerine teknolojiyi entegre edebilmeleri için öncelikle, teknolojik programları kullanma becerisine sahip olmaları gerektiği ortaya konmuştur. Yeniliklere açık olma, istekli ve araştırmacı olma ise bir başka yeterlik olarak öğretmenlerce belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca teknoloji ile ilgili deneyimlerin, öğretmenlerin teknoloji kullanma konusundaki eğilimlerini ya da yeterlilikle ilgili düşüncelerini etkilediği belirtilmiştir. Bu da teknoloji entegrasyonu konusunda öğretmenlerin deneyimlerinin artırılması gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

Bilişim teknolojileri öğretmen adaylarının sahip oldukları Web destekli teknolojik pedagojik alan bilgisi (Web-TPAB) öz-yeterlik seviyelerini, farklı değişkenler açısından araştırmayı amaçlayan bir başka çalışmada da (Kaya, Özdemir, Emre ve Kaya, 2011), “Web destekli teknolojik pedagojik alan bilgisi (Web-TPAB)” adlı likert bir ölçek kullanılmıştır. Araştırmada erkek katılımcılar ile daha üst sınıftaki katılımcıların öz yeterlilik algılarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Şahin (2011) ise yaptığı çalışmada TPAB modelinin yedi alt başlığını içeren ve öğretmen ya da öğretmen adaylarının TPAB yeterliliklerinin değerlendirilmesini sağlayan bir anket geliştirmeyi amaçlamıştır. Elde edilen bulgular sonucunda ise; öğretmenlerin teknoloji entegrasyonu becerilerindeki yetersizliğinin en önemli nedeni olarak lisans eğitimlerindeki eksiklikler gösterilmiştir. Teknoloji, pedagoji ve alan eğitimlerinin birbirinden bağımsız olarak düşünülmesinin ise konuyla ilgili en yaygın problem olduğu belirtilmiştir. Literatürde TPAB üzerine yapılan araştırmalar daha çok öğretmen adayları ile ilgilidir. Baran ve Canbazoglu Bilici (2015) tarafından yapılan bir çalışma 2005-2013 yılları arasında yapılan 30 araştırma üzerinden yürütmüşlerdir. Araştırmaya göre araştırmaların öğretmen adaylarının (fen bilimleri, matematik ve sınıf öğretmenliği) üzerinde yoğunlaştığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Benzer şekilde Kaleli Yılmaz (2015) tarafından yapılan bir meta sentez çalışmasında da 2008-2014 yılları arası yapılmış 59 araştırmanın 45 tanesinde yine öğretmen adayları ile çalışılmıştır. Aynı çalışmada da araştırma konusu olarak 12’sinin TPAB yeterliliklerini belirlemeye yönelik olduğu belirlenmiştir. Yani öğretmenlerin bu yeterliliklerinin değerlendirilmesi için ise ülkemiz koşullarında geçerliliği test edilmiş ve güvenilir ölçeklere ihtiyaç vardır. Tüm bunlar araştırmanın gerekçesini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada matematik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi konusundaki yeterliliklerinin değerlendirilmesine yönelik geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirilmesi; ardından geliştirilen ölçeğin uygulanarak öğretmenlerin yeterliliklerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırmada, matematik öğretmenlerinin TPAB yeterliliklerinin incelenmesi amaçlandığından nicel ve nitel araştırma yaklaşımlarının bir arada uygulandığı karma yöntem; bu yöntem içerisinde de açıklayıcı desen kullanılmıştır.

Bu plan çerçevesinde yapılan nicel araştırmada, matematik öğretmenlerinin TPAB yeterliklerini, farklı değişkenlere göre değerlendirebilmek için tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli yaklaşımında amaç; geçmişte ya da hâlen var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemektir (Karasar, 2009). Çalışmada, nitel araştırma yöntemi içinde görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşme (mülakat), iletişim kurulan bireyin araştırılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve inançlarının ne olduğunu belirlemek amacıyla yapılan soru sorma ve yanıtlama tarzında karşılıklı bir etkileşim sürecidir (Çepni, 2007). Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın evrenini İzmir ilinde, Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı çeşitli devlet okulları ya da özel okullarda görev yapmakta olan matematik öğretmenleri oluşturmuştur. Araştırmada toplanmak istenen bilgilerin doğruluğunu etkileyecek faktörler olduğundan örneklem tabakalı rastgele örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Ölçeğin geliştirilme süreci içinde 161 (80'i erkek, 81'i kadın), ölçeğin uygulanarak öğretmen yeterliliğinin değerlendirilmesi için ise 214 matematik öğretmeni ile çalışılmıştır. Çalışmaya katılan 214 matematik öğretmenin 114'ü (%53,3) kadın, 100'ü (%46,7) erkektir. Ayrıca farklı türden okullarda çalışan ve teknolojiye karşı ilgileri farklı olan toplam 23 matematik öğretmeni ile de birebir yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Araştırmanın daha objektif sonuçlar vermesi açısından uygulamada çeşitli okul türlerine yer verilmeye çalışılmıştır.

Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Araştırmada matematik öğretmenlerinin TPAB yeterliklerinin belirlenmesine yönelik bir ölçek geliştirilmiştir. Ölçeğe ilişkin maddelerin oluşturulması öncesinde, Dokuz Eylül Üniversitesi Matematik Öğretmenliği Programı öğrencilerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi yeterliliğine ilişkin görüşlerini belirlemek için 10 açık uçlu soru öğretmen adaylarına yazılı olarak yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplar ve gerekli literatür taramasından elde edilen sonuçlar doğrultusunda 89 adet madde yazılarak ölçeğin taslak formu oluşturulmuştur. Oluşturulan ölçek ve maddelerin kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi için maddeler, matematik eğitimi alanında öğrenim gören 5 yüksek lisans öğrencisi, çeşitli okullarda görev yapan 8 matematik öğretmeni ve alanında uzman 3 öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Kapsam geçerliliğinde yanıtların ya da ölçümün modelinden çok ölçme aracının hedeflenen konu kapsamını temsil edebilirliği ele alınmaktadır (Cohen, Manion ve Morrison, 2002). Bu nedenle maddelerin hedef alanı temsil edip etmediği ve kolay anlaşılır olup olmadığı konusunda gelen öneri ve eleştiriler doğrultusunda maddeler tekrar düzenlenmiştir. Ölçeğin başında, ölçeğin uygulanma amacının belirtildiği yönergeye yer verilmiştir. Araştırmada 5'li likert tipi ölçekleme kullanılmıştır. Katılım düzeyleri; “kesinlikle katılmıyorum”, “katılmıyorum”, “kısmen katılıyorum”, “katılıyorum” ve “kesinlikle katılıyorum” şeklinde belirlenmiştir. Ölçek gerekli izinlerin alınmasından sonra, İzmir ilinde çeşitli okullarda görev yapmakta olan, 81'i kadın ve 80'i erkek olmak üzere toplam 161 matematik öğretmenine uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda yapılan geçerlik ve güvenirlik analizlerinden sonra 44 maddelik bir ölçek elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca matematik öğretmenlerinin, TPAB konusundaki yeterliliğin öğretim sürecindeki katkısına ve bu yeterliklerin artırılması konusunda yapılabileceklere ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla görüşme formu hazırlanmıştır. 5 matematik öğretmeni ve 3 öğretim üyesine incelenen görüşme formunda gerekli görülen düzeltmeler yapılarak, forma son şekli verilmiştir.

Matematik Alanı Teknopedagojik Eğitim Yeterlik Ölçeğinin Geliştirilme Süreci

a) Ölçeğin Geçerliliğine Yönelik Çalışmalar

Geçerlilik, bir ölçme aracıyla ölçülmek istenen özelliğin ölçülerini, başka özellik ya da özelliklerin ölçüleriyle karıştırmadan verebilme gücüdür (Tezbaşaran, 2008). Ölçeğin yapı geçerliği için faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizine başlamadan önce, örneklem büyüklüğünün yeterliğini test etmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi uygulanmıştır. Tablo 1 incelendiğinde bulunan değerinin 0,60'dan yüksek olması (0,946), verilerin faktör analizi yapmaya uygun olduğunu göstermiştir.

Tablo 1. Faktör Analizi Sonucu Ortaya Çıkan KMO ve Bartlett Testi Sonuçları

Örneklem yeterliliği için Kaiser-Meyer-Olkin ölçümü		.46
Bartlett Küresellik Testi	Yaklaşık ki-kare (Approx. Chi-Square)	15686.253
	df	3916
	Anlamlılık (Sig.)	.000

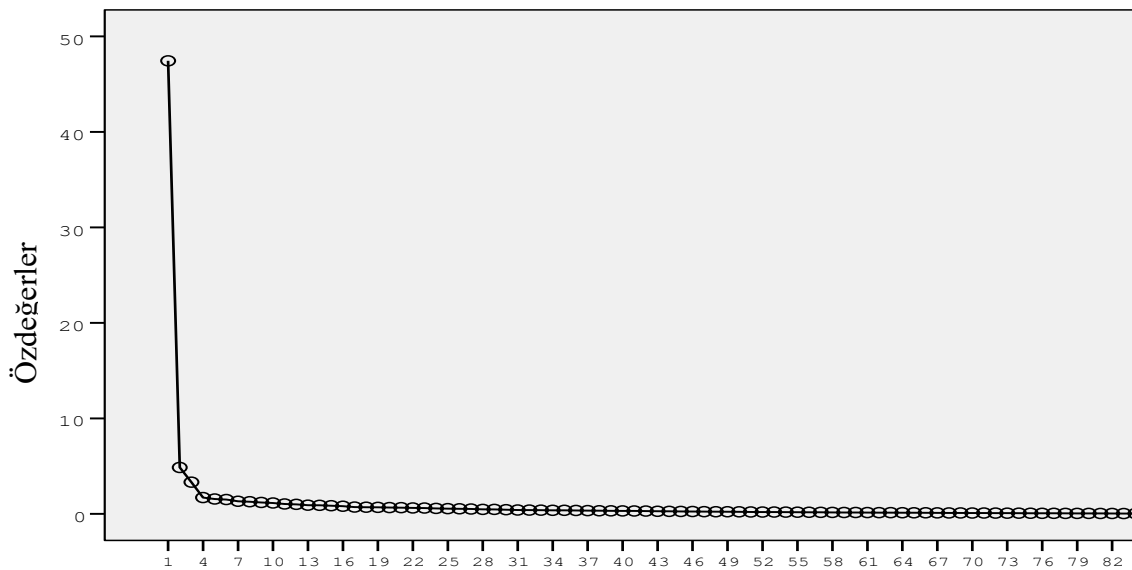
Verilerin çok değişkenli normal dağılımdan gelip gelmediğini göstermek için uygulanan Bartlett testi anlamlı (Approx. Chi-Square = 15686.253; $p = 0.000 < .005$) çıkmış ve verilerin normal dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. İyi bir faktör analizi için, örneklem yeterliliğini gösteren Anti-Image Correlation Matrix'in diyagonal değerlerinin 0,60 ve üzerinde olması gerektiği belirtilmektedir (Akgül ve Çevik, 2003). Araştırmada, Anti-Image Correlation Matrix'in diyagonal değerlerinin tümünün 0.60'dan büyük olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin yapı geçerliğini incelemek amacıyla, değişkenler arasındaki ilişkilerden hareketle faktör bulmaya yönelik bir işlem olan açımlayıcı faktör analizine başvurulmuştur (Büyüköztürk, 2007). Ölçek maddelerinin kaç tane önemli faktörü ya da yapıyı ölçtüğüne karar vermek amacıyla faktör öz değerlerine dayalı olarak çizilen çizgi grafiği incelenmiştir. Faktörleştirme tekniklerinden temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Ayrıca faktörlerin kendileri ile yüksek ilişki veren maddeleri bulması ve faktörlerin daha kolay yorumlanması için dik döndürme tekniklerinden Varimax döndürme tekniği tercih edilmiştir.

Ortak faktör varyansı 0 ile 1 arasında bir değerdir. Bu değer 1'e yaklaşması ya da 0.66'nın üzerinde olması iyi bir sonuç olarak kabul edilir. Ancak uygulamada bunu sağlamak zor olduğundan, ortak faktör varyansının 0.20'den düşük olması durumunda maddenin ölçekten çıkarılması önerilmektedir (Şencan, 2005). Analiz sonucunda maddelerin ortak faktör varyanslarının tümünün oldukça yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 2).

Tablo 2. Madde Ortak Faktör Varyansları

Madde No	Ortak faktör varyansı	Madde No	Ortak faktör varyansı	Madde No	Ortak faktör varyansı	Madde No	Ortak faktör varyansı	Madde No	Ortak faktör varyansı
m1	.545	m19	.674	m37	.626	m55		m73	.417
m2	.622	m20	.515	m38	.598	m56	.787	m74	.615
m3	.631	m21	.739	m39	.500	m57	.683	m75	.720
m4	.521	m22	.620	m40	.619	m58	.601	m76	.651
m5	.398	m23	.670	m41	.705	m59	.577	m77	.619
m6	.527	m24	.669	m42	.666	m60	.663	m78	.508
m7	.645	m25	.789	m43	.698	m61	.674	m79	.666
m8	.738	m26	.629	m44	.674	m62	.609	m80	.574
m9	.434	m27	.633	m45	.609	m63	.569	m81	.676
m10	.616	m28	.784	m46	.700	m64	.632	m82	.720
m11	.700	m29	.648	m47	.716	m65	.677	m83	.710
m12	.617	m30	.617	m48	.627	m66	.507	m84	.668
m13	.329	m31	.784	m49	.661	m67	.655	m85	.676
m14	.601	m32	.668	m50	.633	m68	.615	m86	.715
m15	.461	m33	.617	m51	.727	m69	.699	m87	.686
m16	.458	m34	.688	m52		m70	.646	m88	.676
m17	.575	m35	.668	m53		m71	.520	m89	
m18	.548	m36	.696	m54		m72	.377		

Faktör sayısını belirlemek için yapılan analizlerde, ölçek maddelerinin 11 faktör altında toplandığı görülmüştür. Öz değer faktör çizgi grafiğinde yüksek ivmeli, hızlı düşüşlerin yaşandığı faktörün, önemli faktör sayısını verdiği bilinmektedir (Büyüköztürk, 2007). Yatay çizgiler ise faktörlerin getirdikleri ek varyansların katkılarının birbirine yakın olduğunu gösterir. Çizgi grafiği incelendiğinde dördüncü faktörden itibaren bileşenlerin varyansa yaptıkları katkının yaklaşık aynı olduğu görülmüş ve çalışmaya ilk üç faktör ile devam edilmesine karar verilmiştir. Çizgi grafiği Şekil 2’de verilmiştir.

**Şekil 2.** Öz Değerlere Ait Çizgi Grafiği

Faktör analizinde, bir maddenin faktörlerdeki en yüksek yük değeri ile bu değerden sonra en yüksek olan yük değeri arasındaki farkın en az 0,10 olması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2007). Çalışmada bu değer 0,20 olarak alınmıştır. Buna göre en yüksek iki yük değeri arasındaki farkın 0.20'den daha küçük olduğu maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Tekrarlanan ölçümler sonucunda, toplamda 45 madde ölçekten çıkarılmış ve 44 maddelik bir ölçek elde edilmiştir. Son faktör analizinde eksen döndürmesi sonucunda oluşan faktör yük değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Son Eksen Döndürmesi Sonucunda Elde Edilen Faktör Yük Değerler

Maddeler	Faktörler			Maddeler	Faktörler		
	1	2	3		1	2	3
m25	.827	.224	.259	m88	.689	.371	.282
m33	.809	.220	.296	m50	.680	.297	.259
m29	.809	.317	.188	m40	.674	.224	.348
m8	.799	.238	.237	m30	.670	.333	.275
m21	.793	.305	.196	m15	.657	.175	.060
m11	.779	.303	.127	m20	.645	.247	.214
m31	.770	.226	.250	m66	.223	.779	.222
m49	.748	.246	.239	m83	.361	.773	-.046
m2	.743	.286	.113	m82	.403	.761	.209
m10	.739	.246	.155	m57	.179	.758	.271
m3	.737	.297	.055	m59	.298	.751	.112
m19	.731	.320	.235	m84	.408	.729	.133
m1	.725	.154	.072	m81	.343	.727	.313
m87	.713	.376	.248	m64	.388	.719	-.018
m24	.709	.243	.332	m77	.424	.642	.121
m14	.708	.327	.092	m67	.123	.106	.830
m32	.701	.284	.233	m71	.077	.071	.766
m27	.701	.291	.302	m68	.148	.223	.758
m85	.699	.358	.218	m39	.272	-.031	.702
m12	.697	.334	.195	m37	.374	.179	.697
m7	.697	.315	.246	m38	.378	.157	.691
m34	.692	.233	.340	m80	.342	.288	.648

Maddelerin çıkarılmasının ardından tekrar edilen faktör analizinin sonuçlarına göre, maddelerin ortak faktör varyansları .465 ile .801 arasında değişmektedir. Üç faktör için tekrarlanan analizde, faktörlerin toplam varyansa yaptıkları katkının birinci faktör için %37.35; ikinci faktör için %16.75; üçüncü faktör için ise %12.58 olduğu görülmüştür. Dolayısıyla üç faktörün varyansa yaptıkları toplam katkı %66.69'dur (Tablo 4). Çok faktörlü desenlerde, açıklanan toplam varyansın %40 ile %60 arasında olması yeterli olarak kabul edilir (Büyüköztürk, 2007). Bu nedenle, tanımlanan faktörlerin, toplam varyansa yaptığı katkının yeterli olduğu söylenebilir.

Tablo 4. İlk Beş Bileşen İçin Açıklanan Toplam Varyans

Faktörler	Başlangıçtaki Varyans Oranları			Döndürme Sonrası Varyans Oranları		
	Toplam	% Varyans Oranı	Kümülatif %	Toplam	% Varyans Oranı	Kümülatif %
1	23.816	54.128	54.128	16.435	37.352	37.352
2	2.974	6.759	60.887	7.372	16.755	54.108
3	2.554	5.805	66.692	5.537	12.584	66.692
4	1.055	2.397	69.089			
5	.952	2.164	71.253			

Faktörlerin İsimlendirilmesi

Faktörlerin isimlendirilmesi amacıyla yapılan incelemede maddelerin birçoğunun birinci faktör altında toplandığı görülmüştür. Bu maddelerin tümünün, ölçeğin temel kriteri sayılabilecek “*Ders içi temel teknoloji kullanımı*” yeterliliğine dair olan maddelerden oluştuğu görülmüştür. İkinci faktör altında toplanan maddeler incelendiğinde ise bu maddelerin “*Sosyal medya araçlarını kullanma*” yeterliliğini ölçmeye yönelik maddeler olduğu görülmüştür. Son olarak üçüncü faktör altında toplanan maddelerin içerikleri incelenmiş ve maddelerin matematiksel yazılımlar, internet ve blog sitesi oluşturma, eğitsel animasyon programlarını kullanma ve internet üzerinden interaktif dersler oluşturma gibi “*Üst düzey teknoloji kullanımı*” yeterliliğine ilişkin maddeler olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle faktörlerin bu şekilde isimlendirilmesi uygun görülmüştür. Yani ölçeğin maddeleri TPAB bileşenlerinden sadece TB, TPB, TAB ve TPAB ile ilişkilidir. Bu durumda bu ölçek sadece öğretmenlerin teknoloji ile birlikte alan, pedagoji ile pedagoji ve alan bilgisi yeterliliklerini belirlemeye yöneliktir. Bu yüzden ölçek “Matematik Alanı Teknopedagojik Eğitim Yeterlilik Ölçeği” olarak adlandırılmıştır.

b) Ölçeğin Güvenirlik Analizleri

Güvenirlik; bir ölçme aracının birbiriyle tutarlı ve kararlı sonuçlar verebilmesidir (Tezbaşaran, 2008). Ölçeğin güvenilirlik çalışmasında her bir alt boyut için ayrı ayrı ve genel Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır. Buna göre “*Ders içi temel teknoloji kullanımı*” boyutuna ait değer 0.980, “*Sosyal medya araçlarını kullanma*” boyutuna ait değer 0.941, “*Üst düzey teknoloji kullanımı*” boyutuna ait değer ise 0.896 olarak bulunmuştur. Ölçeğin tümüne ait Cronbach Alfa güvenilirlik değeri ise 0.978 olarak bulunmuştur. Bu değerler ölçeğin güvenilirliğinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

Güvenirlik için kullanılan bir diğer yöntem olan Split-half yöntemi ile birinci grup için Alpha değeri 0.975; ikinci grup için ise 0.949 olarak bulunmuştur. İki grup arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü ve doğrusal bir korelasyon olduğu görülmüştür ($r = 0.847$). Bunlara ek olarak Guttman Split Half, Eşit ve Eşit olmayan uzunluk Spearman-Brown katsayıları da incelenmiştir (Guttman Split-half katsayısı = 0.916; Eşit uzunluk Spearman-Brown katsayısı = 0.917; Eşit olmayan uzunluk Spearman-Brown katsayısı = 0.917). Elde edilen değerler ölçeğin güvenilirliğini göstermektedir.

Madde analizi için düzeltilmiş madde-toplam korelasyonu ve t testi kullanılmıştır. Ölçeğin iç geçerliliğinin tespiti için bağımsız gruplar t testi uygulanmıştır. Öncelikle toplam puanlar küçükten büyüğe sıralanmış ve grubun % 27’lik alt ve üst kısmı hesaplanmıştır. %27’lik dilimde kalan 43 kişinin aldıkları toplam puanlar karşılaştırılmıştır. Madde toplam puanlarında, üst grubun ortalaması daha yüksektir ($X = 387.4884$) ve üst grup lehine anlamlı bir fark vardır ($p < .01$). Bu durum, maddelerin kendi içinde ayırt ediciliğinin yüksek olduğunu ve iç geçerliliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Yapılan t testinde alt %27’lik (Grup 1) ile üst %27’lik (Grup 2) grupların toplam puanlarına göre madde ortalamaları arasındaki farkların anlamlılığı incelenmiş ve bu fark

anamlı bulunmuştur ($p = .000 < .01$) (Tablo 5). Yapılan tüm bu uygulamalar ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermiştir.

Tablo 5. Toplam Puanın Alt ve Üst %27'lik Gruplara Göre t-testi Sonuçları

	Grup	Kişi sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata ort.
Toplam puan	1.00	43	226.3721	43.06751	6.56773
	2.00	43	387.4884	20.53380	3.13137

Tablo 6. Varyansların Eşitliği için Levene testi Sonuçları

		Varyansların Eşitliği için Levene Testi		Ortalamaların eşitliği için t testi			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Ortalama Fark
Toplam puan	Varsayılan eşit varyanslar	12.277	.001	-22.143	84	.000	-161.11628
	Varsayılmayan eşit varyanslar			-22.143	60.157	.000	-161.11628

Nicel Verilerin Analizi

Geçerliği ve güvenilirliği test edilen ölçeğin uygulanmasıyla elde edilen verilerin analizinde SPSS 15.0 paket programı kullanılmıştır. Matematik öğretmenlerinin betimsel istatistiklerinde yüzde, ortalama ve frekans değerleri incelenmiştir. Matematik öğretmenlerinin TPAB yeterliklerinin cinsiyete göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği t-testi ile belirlenmiştir. TPAB yeterliklerinin öğretmenlerin çalıştıkları okul türü, mesleki deneyim yılı ve teknolojiye ilgi düzeylerine göre değişip değişmediği varyans analizi (ANOVA testi) ile tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucu oluşan farklılıkların hangi gruplar arasında anlamlı olduğu ise Dunnett's C ve Scheffe testi ile belirlenmiştir.

Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada, TPAB yeterlilik seviyesi ve çalıştığı okul türleri farklı olan 23 öğretmen ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerden 4'ü teknoloji kullanımı konusunda kendini yetersiz, 8'i orta seviyede, 6'sı iyi ve 5'i çok iyi olarak tanımlamıştır. Elde edilen nitel verilerin analizi için ise içerik analizi kullanılmıştır.

Bulgular ve Yorumlar

Öğretmenlerin alt faktörlerden hangisinde daha yüksek ortalamalar elde ettiklerini tespit etmek için yapılan test sonuçları şu şekildedir:

Tablo 7. Faktörler Bazında Elde Edilen Ortalamalar

	N	\bar{X}	ss	sh	minimum	maksimum
faktör1	28	3.5192	.17393	.03287	3.24	3.86
faktör2	9	3.7035	.15778	.05259	3.45	3.93
faktör3	7	2.6676	.24517	.09267	2.40	2.99
toplam	44	3.4214	.38394	.05788	2.40	3.93

Elde edilen verilere göre, öğretmenlerin kendilerini en yetersiz olarak gördükleri alan “Üst düzey teknoloji kullanımı” (faktör 3)dir ($\bar{X} = 2.67$). Bu faktör altında toplanan maddelere bakıldığında, maddelerin matematiksel yazılımları kullanabilme, bu yazılımların mantığını kişisel çabayla çözebilme, internet üzerinden interaktif dersler oluşturabilme, eğitsel amaçlı internet sitesi kurabilme ve blog oluşturabilme, çeşitli programları kullanarak eğitsel animasyonlar oluşturabilme gibi daha fazla beceri gerektiren yeterlikleri içerdiği görülmektedir.

Öğretmenlerin “Ders içi temel teknoloji kullanımı” (faktör 1), konusunda orta düzeyde sayılabilecek bir yeterliğe ($\bar{X} = 3.52$) yeterliğe sahip olduğu söylenebilir. Yeni teknolojik araçları kullanma ve bunlara uyum sağlama, teknoloji yardımıyla dersi daha etkili ve kolay anlatma, öğrenme ortamını teknoloji kullanımına uygun hale getirme gibi temel becerileri içeren maddelerin ortalamasının yüksek olması, öğretmenlerin en azından teknoloji kullanımıyla ilgili temel beceriler konusunda yeterli olduğunu göstermektedir.

Öğretmenlerin en yüksek yeterliğe sahip olduğu faktör ise, “Sosyal medya araçlarını kullanma” adlı ikinci faktördür ($\bar{X} = 3.70$). Sosyal ağlardaki gruplar üzerinden işbirliği yapma, iletişim kurma ya da paylaşımda bulunma, güncel olayları takip etme gibi becerileri içeren faktör için hesaplanan değer, öğretmenlerin sosyal medya araçlarını kullanma noktasında yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir. Günümüzde oldukça yaygın ve popüler hale gelen sosyal medya araçları konusunda öğretmenlerin yeterli olması ve bunu eğitim-öğretim hayatına da aktarması olağandır. Sosyal medya araçlarının basit ve yalın kullanımının da, bu konudaki yeterliği artırdığı düşünülebilir.

TPAB nin alt boyutlarına göre elde edilen madde puan ortalamaları şu şekildedir:

Tablo 8. Alt Boyutlara Göre Madde Puan Ortalamaları

Alt boyut	\bar{X}	N	ss
TB	3.5461	7	.48702
TAB	3.3648	16	.51324
TPB	3.4716	13	.16234
TPAB	3.3440	8	.24124
Toplam	3.4214	44	.38394

Ölçeklerden elde edilen madde puan ortalamalarına bakıldığında, öğretmenlerin TPAB alt boyutlarındaki ortalama puanlarının yaklaşık olarak aynı olduğu görülmektedir. Ama en düşük ortalamanın TPAB alt boyutuna yönelik olduğu elde edilmiştir ($\bar{X} = 3.344$). Bunun yanı sıra öğretmenler, kendilerini TB alt boyutunda daha yeterli görmekte dirler ($\bar{X} = 3.5461$). Puanların alt boyutlara göre anlamlı bir farklılık göstermediği ANOVA testi sonuçlarıyla da görülmüştür.

Ayrıca matematik öğretmenlerinin verdiği yanıtlara göre en yüksek ortalamaya sahip madde “Teknoloji sayesinde var olan bilgilerimi güncelleyebilirim” dir ($\bar{X} = 3.86$). En düşük ortalamaya sahip madde ise “Eğitsel amaçlı bir internet sitesi kurabilir ve onu geliştirebilirim” ($\bar{X} = 2.40$) olarak belirlenmiştir. Öğretmenlerin genel TPAB yeterliğine dair, ölçeğin tümüne ait ortalama puan $\bar{X} = 3.42$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, çalışmaya katılan matematik öğretmenlerinin yeterlik düzeyinin “yeterliye yakın” olduğunu göstermektedir. Ancak öğretmenlerin, belli konularda hala geliştirilmesi gerektiği açıktır.

Öğretmenlerin TPAB yeterliklerinin derecelendirilmesi için, ölçeğe ilişkin alınabilecek en düşük ve en yüksek puan aralıkları 5’li likert tipi ölçek derecelendirmesine uygun olarak hesaplanmıştır. Buna göre; 5’li derecelendirme eşit aralıklara bölünmüş ve araştırma grubunun ölçek maddelerinden almış oldukları ortalama puanları, ölçekten aldıkları toplam puan üzerinden; “Yetersiz”, “Orta Düzeyde” ve “Yeterli” olarak değerlendirilmiştir (5-1=4 ve 4/3= 1,33).

1,00 ile 2,33 arası=Yetersiz
 2,34 ile 3,67 arası = Orta Düzeyde
 3,68 ile 5,00 arası=Yeterli

Bu derecelendirmeye göre yapılan analizlerde, öğretmenlerin yeterlik düzeyleri şu şekilde belirlenmiştir:

Tablo 9. Öğretmenlerin TPAB Yeterlik Düzeyleri

Düzyey	N	%
yetersiz	24	11.2
orta düzeyde	94	43.9
yeterli	96	44.9
toplam	214	100.0

Elde edilen veriler incelendiğinde, öğretmenlerin sadece %11.2'sinin kendilerini yetersiz bulduğu, büyük çoğunluğun ise (%88.8) kendilerini orta düzeyde ya da yeterli olarak gördükleri tespit edilmiştir.

Öğretmenlerin TPAB yeterliklerinin, çalıştıkları okul türüne göre farklılaşp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan testler sonucu; deneyim yılı 6-10 yıl arası olan öğretmenler ile 16-20 yıl ve 20 yılın üzerinde görev yapan öğretmenlerin TPAB yeterlikleri arasında, görev süresi 6-10 yıl arası olan öğretmenler lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Mesleki deneyim yılı 11-15 yıl arası olan öğretmenlerin yeterlikleri ise, 16-20 yıl arası görevde bulunan öğretmenlere göre anlamlı düzeyde yüksektir. Öğretmenlerin TPAB yeterliklerinin, çalıştıkları okul türüne göre anlamlı bir farklılık göstermediği, yapılan varyans analizi sonuçları ile görülmüştür. Bu durumun, okulların teknolojik donanımlarında okul türüne göre bariz bir farklılık olmamasından, öğretmenlere teknoloji konusunda herhangi bir yaptırım uygulanmamasından ve verilen hizmet içi eğitimlerin aynı seviyede olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Araştırmada erkek matematik öğretmenlerinin ölçekten elde ettikleri ortalama puanın ($\bar{X} = 3.65$), kadın öğretmenlerin ortalama puanından ($\bar{X} = 3.22$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan t-testi sonuçlarına göre ise bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar konuyla ilgili benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir (Erdoğan ve Şahin, 2010; Jang ve Tsai, 2012; Lin, Tsai, Chai ve Lee, 2013; Koh, Chai ve Tsai, 2010; Güneş, Gökçek ve Bacanak, 2010; Menzi, Çalışkan ve Çetin, 2012; Tekinarslan, 2008). TPAB yeterliği konusunda erkek öğretmenlerin lehine bir sonuç elde edilmesi, erkek öğretmenlerin teknolojik gelişmelerle yakından ilgilenmelerinden; dolayısıyla alan ve pedagoji bilgilerini teknolojiyle destekleme noktasında daha etkin yollar kullanma eğilimlerinden kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada matematik öğretmenlerinin toplamda %16.8'i teknolojiye dönük ilgisini düşük ve çok düşük, %36.9'u orta ve % 46.2'si yüksek ve çok yüksek olarak belirtmiştir. Teknolojiye yönelik ilgilerin, cinsiyete göre dağılımına bakıldığında, kadın öğretmenlerin teknolojiye dönük ilgilerinin çok net bir biçimde erkeklerden ayrıldığı görülmüştür. Teknolojiye dönük ilgisini düşük olarak belirten %16.8'lik grubun %13'ünü kadın öğretmenler oluşturmaktadır. Teknolojiye dönük ilgisini yüksek olarak belirten % 46.2'lik grubun ise sadece %15'lik kısmını kadınlar oluşturmaktadır. Yapılan varyans analizi ve Scheffe testi sonuçlarına göre; teknolojiye yönelik ilgi düzeyi arttıkça, TPAB yeterlikleri de artmaktadır.

Görüşler irdelendiğinde öğretmenlerin, TPAB konusundaki yeterliliğin, en çok ders süresinin verimli kullanılması (%61), konunun görselleştirilmesi (%61), konunun

somutlaştırılması (%52) ve öğrencinin ilgi ve motivasyonunu artırması (%48) üzerinde etkili olduğunu düşündükleri görülmektedir. Yapılan görüşmelerde, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun, TPAB yeterliği kapsamında, akıllı tahtayı veya projeksiyonu kullanabilme becerisini düşündükleri görülmüştür. Dolayısıyla TPAB yeterliğinin ders sürecine katkısı sorulduğunda, genellikle yansıtma işlevinin avantajları olan somutlaştırma, görselleştirme ve ders sürecini verimli kullanma (daha az zamanda daha çok soru çözmeye) gibi görüşler öne çıkmıştır. TPAB yeterliklerinin, öğretim sürecindeki önem ve katkısına dair matematik öğretmenlerinin görüşlerini tespit etmek için, öğretmenlerle yapılan birebir görüşmelerden elde edilen veriler incelenmiştir. Buna göre; öğretmenlerin, TPAB konusundaki yeterliliğin, en çok ders süresinin verimli kullanılması (%61), konunun görselleştirilmesi (%61), konunun somutlaştırılması (%52) ve öğrencinin ilgi ve motivasyonunu artırması (%48) üzerinde etkili olduğunu düşündükleri görülmektedir. Görüşmelerde, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun, TPAB yeterliği kapsamında, akıllı tahtayı veya projeksiyonu kullanabilme becerisini düşündükleri görülmüştür. Dolayısıyla TPAB yeterliğinin ders sürecine katkısı sorulduğunda, genellikle yansıtma işlevinin avantajları olan somutlaştırma, görselleştirme ve ders sürecini verimli kullanma (daha az zamanda daha çok soru çözmeye) gibi görüşler öne çıkmıştır.

Matematik öğretmenlerinin, TPAB konusundaki yeterliliklerin artırılması noktasında yapılabilecekler için görüşleri de yine görüşmelerden elde edilen verilere dayanarak tespit edilmiştir. Konuyla ilgili öğretmenlerin birçoğu (%30) yeni teknolojilerle ilgili daha kapsamlı eğitimler verilmesi gerektiğini düşünmektedir. Öğretmenler (%30), ayrıca eğitimlerin branşlara göre ayrı ayrı verilmesinin daha etkili olacağını düşünmektedir. Bu görüşün, alan, teknoloji ve pedagoji bilgileri arasında dinamik bir ilişkiyi öneren TPAB modeline uygun düşüğü söylenebilir. Çünkü pedagoji ve teknoloji bilgisinin alana özgü yollarla harmanlanması, beklenen bir yeterliktir. Yine aynı oranda öğretmen (%30), TPAB yeterliklerinin artırılabilmesi için okulların alt yapılarının geliştirilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Birçok okulda öğretmenlerin var olan teknolojik araçları da derslerine uyarlayamadığı ya da etkin bir biçimde kullanamadığı düşünüldüğünde, temel sorunun öğretmenlerin alt yapısındaki eksikliklerden kaynaklandığı söylenebilir.

Sonuç, tartışma ve öneriler

Araştırmanın nicel verilerinden elde edilen ilk sonuç; matematik öğretmenlerinin, dinamik geometri programları, matematik yazılımları, veri tabanları uygulamaları, eğitsel amaçlı animasyon hazırlama, internet ve blog siteleri oluşturma gibi daha ileri teknolojileri kullanma noktasında yeterli olmadıklarıdır. Ayrıca öğretmenlerin TPAB yeterliliklerinde en düşük ortalamaya sahip bileşenin TPAB olduğu elde edilen sonuçlar arasındadır. TPAB yeterliliklerinin, teknolojiye dönük diğer alt boyutlara göre yüksek olması, diğer boyutlardaki yeterliliklerin daha düşük olması, öğretmenlerin teknolojiyi derslerine entegre etmede daha çok sıkıntıya düştüklerini göstermektedir.

Öğretmenlerin verdiği yanıtlara göre en yüksek ortalamaya sahip madde “*Teknoloji sayesinde var olan bilgilerimi güncelleyebilirim*” dir . En düşük ortalamaya sahip madde ise “*Eğitsel amaçlı bir internet sitesi kurabilir ve onu geliştirebilirim*” olarak belirlenmiştir. Çağa ayak uydurmak için teknolojiyi zaman zaman kullansalar da, mesleki gelişimlerine katkıda bulunması açısından kendilerini bu konuda geliştirme konusunda öğretmenlerin yetersiz oldukları söylenebilir. Ölçekten elde edilen sonuçlarda, en düşük ortalamaya sahip maddelerin de yazılımları kullanma, çeşitli programları derslere uyarlama, interaktif dersler ve web siteleri oluşturma gibi maddeler olduğu düşünüldüğünde, öğretmenlerin bu konuda kendilerini eksik hissettikleri daha net anlaşılabilir. Öğretmenlerin konuyla ilgili yetersizliklerinin en önemli nedenleri nitel araştırma bulgularından şu şekilde elde edilmiştir: Bilgisayar, internet ve diğer fiziki olanakların yetersiz olması, öğretim programlarının çok

yoğun olması, öğretmen adaylarının birçoğunun lisans eğitimleri sırasında etkin bir şekilde teknolojiyi kullanmamaları, matematik öğretmenlerinin birçoğunun teknoloji destekli matematik eğitimine ilişkin herhangi bir ders almamış olması, öğretmenlerin eğitsel teknolojilerle yeteri kadar etkileşimde olmaması, teknoloji destekli eğitim kapsamında yapılan çalışmalarla ilgili öğretmenlere verilen hizmet içi eğitimlerin yetersiz olmasıdır. Elde edilen sonuç, konuyla ilgili yapılan diğer araştırmalarla paralellik göstermektedir. Proctor ve arkadaşları (2010), araştırmalarında öğretmenlerin multi-medya araçları, yazılımlar, dijital video düzenlemeleri ve web sayfası geliştirme gibi uygulamalar konusunda yetersiz olduğunu belirtmiştir. Menzi, Çalışkan ve Çetin (2012), öğretmen adaylarının temel bilgisayar ve kelime işlemci kullanım becerileri ile internet ağı, telekomünikasyon, hesap tablosu, kurulum, bakım, sorun giderme ve medyaly iletişimde kendilerini yeterli bulduklarını; ancak veri tabanları ile sosyal, yasal ve etik konularda kendilerini az yeterli olarak gördüklerini belirtmiştir. Güneş ve arkadaşları (2010) ise, öğretmenlerin kendilerini temel bilgisayar kullanım becerilerinde çok yeterli; kelime işlemci kullanımında yeterli, veri tabanları konusunda ise yetersiz gördüklerini tespit etmiştir. Dolayısıyla birçok çalışmanın da işaret ettiği gibi öğretmenler, ileri teknolojilerin kullanımı konusunda hala istenen seviyeye ulaşamamışlardır.

Deneyim yılına göre yapılan analiz sonuçlarından, deneyim yılı 6-10 yıl olan öğretmenlerin TPAB'ye dönük yeterliklerinin, deneyim yılı 16-20 ve 20 yıl üzeri öğretmenlere göre daha fazla olduğu ve anlamlı bir farklılık ortaya çıkardığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuç, aynı konudaki yeterliklere dair yapılan çalışmalarla benzerdir (Jang ve Tsai, 2013; Lin ve diğer., 2013). Bu çalışmalarda da deneyimli öğretmenlerin, TPAB'nin teknoloji boyutuyla ilgili bileşenlerinde açık bir biçimde yetersiz olduğu görülmüştür. Deneyimli öğretmenlerin birçoğunun lisans eğitimleri sırasında TPAB'yi geliştirmeye dönük dersler almadığı ve hizmetiçi eğitimlerle de desteklenmediği düşünülürse, bu sonuçların elde edilmesi doğaldır.

Elde edilen nitel verilerden, mesleğe yeni başlayan öğretmenlerin, öğrenmeye açık yapıları ile yeni teknolojileri öğrenme ve bunları derslerine entegre etme konusunda istekli oldukları görülmektedir. Buna karşın, tecrübeli öğretmenler, yaşları gereği geleneksel öğretim yöntemlerini takip etmeyi sürdürmekte; yeni öğretim yöntemleri geliştirme veya teknolojiyi öğretime entegre etme konusunda çaba göstermemektedirler. Ancak bu çalışmada, oluşan farklılıkların ve bunların arkasında yatan nedenlerin tam olarak ne olduğu açık bir biçimde belirlenmemiştir. Bu nedenle sonraki çalışmalarda, deneyim yılına göre TPAB'nin alt boyutlarına yönelik oluşan farklılıklar ve bunların nedenleri daha detaylı araştırılabilir.

Okul türüne göre yapılan analiz sonuçlarında, okul türünün TPAB yeterliği konusunda anlamlı bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. Ancak buna karşın öğretmenler akademik düzeyi iyi ya da kötü okullarda görev yapmanın teknoloji kullanımını etkilediğini belirtmişlerdir. Her iki durumda da öğretmenlerin bunu bir dezavantaj olarak görmesi, teknoloji entegrasyonu konusundaki yanlış algılardan kaynaklanmaktadır. Akademik başarı düzeyi yüksek okullarda görev yapan öğretmenler, teknoloji entegrasyonunu öğrencileri için zaman kaybı olarak görürken; akademik başarı düzeyi düşük okullarda görev yapan öğretmenler ise öğrenci seviyesinin teknoloji entegrasyonu için yeterli olmadığından yakınmaktadır. TPAB yeterliklerinin her düzeydeki sınıf için önemli bir yeterlik olduğu göz önüne alınırsa, öğretmenlerin bu konudaki yanlış algılarının bir an önce yıkılıp, doğru entegrasyon konusunda bilinçlendirilmeleri gerekmektedir.

Çalışmada cinsiyete göre yapılan t-testi sonuçlarında, erkek öğretmenlerin TPAB'ye dönük yeterliklerinin, kadınlardan fazla olduğu ve istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir farklılık elde edildiği belirlenmiştir. Öğretmenlerin cinsiyetlerine göre TPAB yeterliklerini

araştıran başka çalışmalar da mevcuttur (Erdoğan ve Şahin, 2010; Jang ve Tsai, 2012; Koh, Chai ve Tsai, 2010; Lin, Tsai, Chai ve Lee, 2013). Araştırmada elde edilen sonuç, yapılan bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Erdoğan ve Şahin (2010), matematik öğretmen adaylarının TPAB'sini araştırmış ve erkek öğretmen adaylarının TPAB'lerinin kadınlardan önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Jamieson-Proctor, Finger ve Albion (2010), teknoloji kullanımı konusunda kadın adayların erkeklere göre daha yetersiz olduğunu gözlemiştir. Lin ve arkadaşları (2013), kadın öğretmenlerin pedagojik bilgi (PB) konusunda erkeklerden daha özgüvenli olduğunu ancak teknoloji bilgisi (TB) konusunda daha az özgüvene sahip olduğunu ileri sürmüştür. Koh, Chai ve Tsai (2010), öğretmen adaylarının TPAB'lerini araştırmış ve teknoloji bilgisi, alan bilgisi ve teknoloji ile öğretim yapma bilgisi konusunda, öğretmenlerin cinsiyetine göre oluşan farklılıklarını ortaya koymuştur. Benzer şekilde bu çalışma ve konuyla ilgili yapılan diğer çalışmalarda da (Güneş ve diğer., 2010; Kaya ve diğer., 2011; Menzi, Çalışkan ve Çetin, 2012; Tekinarslan, 2008), erkeklerin kadınlara göre teknolojiyi dersle bütünleştirme konusunda kendilerini daha yeterli gördükleri tespit edilmiştir. Bu farklılığın, erkeklerin kadınlara göre teknolojiyle daha fazla ilgilenmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Erkeklerin teknolojiyle daha ilgili olmaları, yeni teknolojilere daha pozitif bakma ve bu teknolojileri derslerine uyarlama konusunda da onları desteklemektedir.

Yapılan görüşmelerden edinilen bilgilere göre; TPAB yeterliliğinin öğrenme sürecinde yarattığı etki ve zenginlik konusunda hem fikir olsalar da, teknolojiyi derse entegre etme konusunda öğretmenler aynı kararlılık ve inancı göstermemektedir. Yapılan bazı araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Bozkurt ve Demir, 2010; Jamieson-Proctor, Finger ve Albion, 2010). Bu durum okullardaki teknik yetersizliklerin yanı sıra; öğretmenlerin konuyla ilgili kendilerini yeterli hissetmemeleri, okul yönetiminden çekinmeleri, öğrenci profiline uygun yol ve yöntemleri seçip, dersi buna göre planlayamamalarından kaynaklanabilir. Matematik öğretmenlerinin TPAB yeterliliklerinin öğretim sürecindeki önem ve katkısına dair görüşleri ise “ders süresini daha verimli kullanmayı sağlıyor”, “konunun görselleştirilmesini sağlıyor”, “konunun somutlaştırılmasını sağlıyor”, “öğrencinin ilgi ve motivasyonunu artırıyor” yönünde elde edilmiştir.

Ölçekten elde edilen sonuçlar ve görüşmelerdeki bazı ifadeler göz önüne alındığında, öğretmenlerin TPAB'nin teknolojiye dönük alt boyutlarını birbirinden ayırt etme noktasında zorlandıkları görülmüştür. Bu durum konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalarda da vurgulanmıştır (Jang ve Tsai, 2013; Liang, Chai, Koh, Yang, ve Tsai, 2013). TPAB'nin yeni bir kavram olmasının ve alt bileşenlerinin birbirinin içine geçmiş, karmaşık ve diğerlerinden ayırt edilmesi zor yapısının böyle bir sonuca neden olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada, matematik öğretmenlerinin TPAB yeterliliklerinin arttırılmasında yapılabilecekler için görüşleri arasında “hizmet içi eğitimlerin branşlara göre ayrı ayrı verilmesi”, “okulların alt yapılarının geliştirilmesi”, “yeni teknolojilere yönelik daha kapsamlı eğitimlerin verilmesi”, “uygulamaya dönük eğitimlerin verilmesi” bulunmaktadır. TPAB yeterliliklerinin arttırılması konusunda öne sürülen öğretmen görüşlerinin, ağırlıklı olarak hizmet içi eğitimlere dönük olduğu belirlenmiştir.

Matematik öğretmenlerinin hizmet içi eğitimlerin içeriklerine yönelik görüşlerinden elde edilen sonuçlara göre; bu eğitimlerin içeriklerinin ağırlıklı olarak bilgisayar ile ilgili temel kavramlar ve internet kullanımı gibi konulardan oluştuğu belirlenmiştir. Ancak bu eğitimlerin salt teknoloji bilgisi üzerine değil alan ve pedagoji bilgisiyle bütünleştirilmiş bir teknoloji bilgisi üzerine olması oldukça önemlidir. Verilen hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerin, öğretmenlerin teknoloji destekli eğitim konusundaki gelişimlerinde önemli bir etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir (Angeli ve Valanides, 2009; Harris

ve Hofer, 2011; Koehler, Mishra ve Yahya, 2007; Menzi, Çalışkan ve Çetin, 2012; Richardson, 2009; Yılmaz, Ertem ve Güven, 2010).

Çalışmalarda hizmet içi eğitimlerin konu odaklı ve geniş kapsamlı olmasının önemi üzerinde durulmuştur. Dolayısıyla öğretmenlerin hedeflenen yeterliklere ulaşabilmesinde, verilen eğitimlerin kapsamı oldukça önem arz etmektedir. TPAB alt boyutları konusunda öğretmenlerin sahip olması gereken hedeflerin ayrıntılı olarak belirlenmesi ve eğitimlerin alanlara göre ayrı ayrı planlanmış etkinlikler kapsamında verilmesi, bu alanda yapılacak olan eğitimlerin daha etkin ve geliştirilebilir olmasını sağlayacaktır.

Kaynakça

- Anderson, T. (2008). *Theory and practice of online learning* (2nd Edition). Canada: Athabasca University.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154-168.
- Akgül, A. & Çevik, O. (2003). *İstatistiksel analiz teknikleri: SPSS'te işletme yönetimi uygulamaları*. Ankara: Emek Ofset.
- Akkoç, H. (2008). Kavramsal Anlama İçin Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı. M. F. Özmantar, E. Bingölbali, ve H. Akkoç (Der.), *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Baran, E. & Canbazoglu Bilici, S. (2015). Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) üzerine alanyazın incelemesi: Türkiye örneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 30(1), 15-32.
- Bozkurt, A. & Cilavdaroğlu, A.K. (2011). Matematik ve Sınıf Öğretmenlerinin Teknolojiyi Kullanma ve Derslerine Teknolojiyi Entegre Etme Algıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi* ,19, 859-870.
- Bozkurt, A. & Demir, S. (2010). *İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Teknoloji Entegrasyonundaki Öğretmen Yeterliliğine İlişkin Görüşleri*. Proceedings of 6th International Computer And Instructional Technologies Symposium. (4-5-6 Ekim 2010). Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi.
- Bull, G., Park, J., Searson, M., Thompson, A., Mishra, P. & Koehler, M. J. (2007). Editorial: Developing technology policies for effective classroom practice. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 7(3), 129-139.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı* (8. Baskı). Ankara: Pegem.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. London: Routledge/Falmer.
- Coutinho, C. (2007). Infusing technology in pre-service teacher education programs in portugal: A study with weblogs. Proceedings of the 18th International Conference of the Society for Information Technology & Teacher Education, Chesapeake, VA: AACE, 2027-2034.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (Genişletilmiş 3. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.

- Çoklar, A.N., Kılıçer, K & Odabaşı, H.F. (2007). *Eğitimde teknoloji kullanımına eleştirel bir bakış: Teknopedagoji*. The preceedings of 7th international Educational Technology Conference. (3-5 Mayıs 2007). North Cyprus: Near East University.
- Erdoğan, A. & Şahin, I. (2010). Relationship between math teacher candidates' Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK) and achievement levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2707-2711.
- Güneş, G., Gökçek, T. & Bacanak, A. (2010). How do teachers evaluate themselves in terms of technological competencies?. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 1266-1271.
- Harris, J.B. & 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.
- Hollebrands, K. & Lee, H., (2008). Preparing to teach mathematics with technology: An integrated approach to developing technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(4), 326-341.
- Jamieson-Proctor, R., Finger, G. & Albion, P. (2010). *Auditing the TPACK capabilities of final year teacher education students: are they ready for the 21st century?*. Proceedings of the Australian Computers in Education Conference (ACEC). (6-9 Nisan 2010). Melbourne: Australian Council for Computers in Education.
- Jang, S.J. & Tsai, M.F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*, 59(2), 327-338.
- Jang, S. J. & Tsai, M. F. (2013). Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 566-580.
- Kaleli Yılmaz, G. (2015). Türkiye'deki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Çalışmalarının Analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması. *Eğitim ve Bilim*. 40(178), 103-122.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın.
- Kaya, Z., Özdemir, T. Y., Emre, G. & Kaya, O. N. (2011). *Exploring preservice information technology teachers' perception of self-efficacy in web-technological pedagogical content knowledge*. 6 th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11). (16-18 Mayıs 2011). Elazığ: Fırat Üniversitesi.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *J. Educational Computing Research*, 32(2), 131-152.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Koehler, M. J., Mishra, P. & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S. & Tsai, C. C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 563-573.

- Levinz, A. & Klieger, A. (2010). Online tasks as a tool to promote teachers' expertise within the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 354-358.
- Liang, J. C., Chai, C. S., Koh, J. H. L., Yang, C. J., & Tsai, C. C. (2013). Surveying in-service preschool teachers' technological pedagogical content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4).
- Lin, T.C., Tsai, C.C., Chai, C.S. & 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.
- MEB (2005). *Ortaöğretim Matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Dersi Öğretim Programı*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEB(2017).Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlilikleri.
http://oygm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_12/11115355_YYRETMENLYK_MESLEYY_GENEL_YETERLYKLERY.pdf (21.11.2019)
- MEB (2013). *Ortaöğretim Matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Dersi Öğretim Programı*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Menzi, N., Çalışkan, E. & Çetin, O. (2012). Öğretmen Adaylarının Teknoloji Yeterliliklerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International (AJESI)*, 2(1), 1-18.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principle and Standards for School Mathematics*. Reston: NCTM.
- Richardson, S. (2009). Mathematics teachers' development, exploration, and advancement of technological pedagogical content knowledge in the teaching and learning of algebra. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(2), 117-130.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Şahin, İ. (2011). Development of Survey of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(1), 97-105.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Tekinarslan, E. (2008). Eğitimciler için temel teknoloji yeterlikleri ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Electronic Journal of Social Sciences*, 7(26), 186-205.
- Timur, B. & Taşar, M. F.(2011). Teknolojik pedagojik alan bilgisi öz güven ölçeğinin (TPABÖGÖ) Türkçeye uyarlanması. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 839 -856.
- Yılmaz, G. K., Ertem, E., & Güven, B. (2010). Dinamik geometri yazılımı Cabri'nin 11. sınıf öğrencilerinin trigonometri konusundaki öğrenmelerine etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(2), 200-216.