

# İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Yapılarının Modellenmesi

## Modelling Technological Pedagogical Content Knowledge Constructs Of Preservice Elementary Mathematics Teachers

Filiz Tuba DİKKARTIN ÖVEZ\* Gözde AKYÜZ\*\*

Balıkesir Üniversitesi

Öz

Bu çalışmanın amacı, Schmidt ve arkadaşları (2009) tarafından geliştirilen "Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi" (TPAB) ölçeğinin Türkçeye uyarlanarak sadece matematik dersi için geçerlik ve güvenilirliğini test etmek ve ölçeğin boyutları arasındaki ilişkiyi yapısal eşitlik modellemesi ile incelemektir. Dilsel eşdeğerlik sınaması sonrasında elde edilen ölçek 473 ilköğretim matematik öğretmenliği lisans öğrencisine uygulanmıştır. Yapı geçerliğini ve faktör yapısını incelemek amacıyla açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Ayrıca ölçeğin boyutları arasındaki ilişkileri incelemek amacı ile yapısal eşitlik modeli oluşturulmuştur. Güvenirlik üst ve alt %27'lik gruplar arasındaki farkın anlamlılığı Cronbach Alfa katsayısı ile incelenmiştir. Bulgular, ölçeğin dört faktörlü bir yapıda olup uyum indekslerinin kabul sınırında bulunduğunu, Cronbach Alfa güvenirliliğinin 0.91, tüm alt boyutlarının güvenilirlik değerlerinin 0.70' den büyük olduğunu, üst ve alt % 27'lik grupların madde ortalamaları arasındaki tüm farkların anlamlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar TPAB ölçeğinin Türkçe formunun geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

*Anahtar Sözcükler:* Teknolojik pedagojik alan bilgisi, geçerlik, güvenilirlik.

*Abstract*

The aim of this study is to test the validity and reliability of the "Technological Pedagogical Content Knowledge" (TPACK) scale, developed by Schmidt et al., (2009) by adapting it to Turkish and equation modeling to examine the relationship between the scale dimensions by structural. The scale obtained after the linguistic equivalence test was applied to 473 undergraduate students at the department of teaching mathematics in primary education. Exploratory and confirmatory factor analyses were conducted in order to review the validity of scale. In addition, in order to investigate the relationship between the scale dimensions of the structural equation model was constructed. The reliability was reviewed through the significance of the difference between the upper and lower 27%- groups and the Cronbach's alpha coefficient. The findings revealed that the scale had a four-factor structure and the fit indexes were within the acceptance boundary. The Cronbach's alpha reliability was greater than 0.91 and the reliability values of its all sub-dimensions were greater than 0.70. All differences of the upper and lower 27%- groups between the item averages were significant. These results indicate that the Turkish version of TPACK scale is a valid and reliable measurement tool.

*Keywords:* Technological pedagogical content knowledge, validity, reliability

### Summary

#### *Purpose*

The integration of technology has been a necessity in education. Based on Shulman's study (1986) on "Pedagogical Content Knowledge" (PCK), the concept of Technological Pedagogical

\* Arş. Gör. Dr. Filiz Tuba DİKKARTIN ÖVEZ, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı.

\*\* Yrd. Doç. Dr. Gözde AKYÜZ, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı.

Content Knowledge (TPACK), was put forward by Mishra and Koehler (2006). "Technological Pedagogical and Content Knowledge" (TPACK), was designed as a model consisting of seven components to introduce three basic knowledge parts (technology, pedagogy, and content) and the relations among them (Koehler & Mishra 2008). Knowledge structures defined in TPACK model designated the different types of integration of technology and presented a basic theoretical structure in instructional technology field. The studies performed in this direction concentrated on the research of teachers' knowledge qualifications by using TPACK framework (Mishra & Koehler, 2006). To that end, many measurement tools have been developed in order to measure teacher and teacher candidates' technological skills, their integrations and access to technology, and their attitudes towards technology. The aim of this study is to test the validity and reliability of Turkish adaptation of TPACK scale, developed by Schmidt et al. (2009).

#### *Method*

This study was conducted with 473 students studying at the Department of Teaching Mathematics in Primary Education (TMPE) of Education Faculty in Balıkesir University. The group consists of 326 female students (69.07%) and 146 (30.93%) male students, and 156 of them are in sophomore class, 148 of them in junior class, and 169 of them in senior class.

Within the scope of the aim of the research, analysis was performed over the original text of the scale prior to the validity and reliability study of "Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)" scale developed by Schmidt et al., (2009). Primarily, the scale tried to reveal the self-assessments of teachers and teacher candidates on seven knowledge components within TPACK model and it was arranged for mathematics field. In order to ensure the linguistic validity of the scale it was translated from English, which is the source language of the scale, to Turkish. In the analysis of data, exploratory (EFA) and confirmatory (CFA) factor analyses were carried out in order to review the validity of the scale. The reliability of the scale was reviewed through the significance of the difference between the upper and lower 27% groups and the Cronbach's alpha coefficient. In order to investigate the relationship between the scale dimensions of structural equation model was constructed.

#### *Result and Discussion*

When the EFA results were examined, pedagogical knowledge and pedagogical content knowledge factors were not discriminated in the analysis due to the application of the scale only to mathematics teacher candidates and a four factor model obtained. Thus, the items of pedagogical knowledge and pedagogical content knowledge items in the original scale were determined as one factor (MOB). Additionally, as the items regarding the knowledge of technological pedagogical, technological content, technological pedagogical content knowledge were interpreted conceptually in similar manner, they were classified as another factor (MOTB). It was found that the total variance that was explained by the sub-dimensions of TPACK scale was adequate. As a result of CFA, it was found that the data fit the model adequately. In general, it can be concluded that the scale had a high level of validity.

The Cronbach's alpha reliability of the whole scale was found as 0.91 and the reliability values of its all sub-dimensions were observed greater than 0.70. T-test results between the scores of upper and lower 27%-groups were found to be significant for all of the items and sub-scale scores. Finally, the findings obtained as a result of validity and reliability study that was performed in the sample composed of Maths teacher candidates indicated that TPACK scale had sufficient validity and reliability in determining teacher candidates' self-assessments for their TPACK developments. In addition, the model derived from the MB, TB, MÖB, MÖTB and the relationships between these themes were presented. In this model, it was found that MB has a direct effect on MÖB and MÖB and TB effect MÖTB.

## Giriş

Son yıllarda matematik eğitimi üzerinde gerçekleştirilen reform hareketleri yeni talepleri de beraberinde getirmiştir. Bu talepler arasında yeni teknolojilerin öğretimde kullanılması, öğrencilere anlamlı etkinlikler sunulması ve bilgileri paylaşma fırsatının verilmesi yer almaktadır (NCTM, 2000). Bu bağlamda eğitimde teknoloji entegrasyonu bir gereklilik haline gelmiştir (Liao, 2007).

Eğitimde teknoloji entegrasyonu pek çok unsuru barındıran karmaşık bir süreçtir (Britten ve Cassidy, 2005, akt. Perkmen ve Tezci, 2011). Pedagojik alan bilgisi, alan bilgisi ve teknolojik bilgi bu sürecin ayrılmaz elemanlarıdır (Mishra ve Kohler, 2006). Yapılan araştırmalar sonucunda teknolojinin bağımsız şekilde pedagojik bilgiye ve alan bilgisine hizmet edemeyeceğinin farkına varılmış ve teknolojinin öğrenme-öğretme sürecine entegrasyonuna odaklanılmaya başlanmıştır (Graham, Burgoyne, Cantrell, Smith, Clair, & Harris, 2009). Bu doğrultuda yapılan araştırmalar, çeşitli teknoloji entegrasyonu modellerini ortaya koymuştur. Bu modellerde, davranışçı anlayıştan uzaklaşarak teknoloji, pedagoji ve alan bilgisi bir bütün olarak kabul edilmiş ve bu bağlamda öğretmen yeterlikleri yeniden değerlendirilerek, yeni kriterler ortaya konulmuştur (Niess, 2005)

Shulman'ın (1986) "Pedagojik Alan Bilgisi" kavramının öğretim teknolojilerine dahil edilmesi sonucu ortaya atılan yeni modeller, öğretmenlerin teknolojinin kullanımı konusunda sahip olması gereken yeterliklerinin çerçevesini çizmiştir. Bu bağlamda, Mishra ve Koehler, (2006) tarafından ortaya atılan "Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi" (TPAB) kavramı ile etkili bir teknoloji entegrasyonu sağlamak için gerekli öğretmen bilgisinin hangi öğelerden oluşması gerektiği ortaya konulmuştur. Buna göre "Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi" (TPAB) üç temel bilgi parçasını (teknoloji, pedagoji ve alan) ve aralarındaki ilişkileri ortaya koyan yedi bileşenden oluşan bir model olarak tasarlanmıştır (Koehler & Mishra 2008; Mishra & Koehler 2006). Bu bileşenler şöyle tanımlanmıştır:

*Teknoloji bilgisi (TB)*: Kalem ve kâğıt gibi düşük teknolojilerden internet, dijital video, akıllı tahta ve yazılım programları gibi dijital teknolojilere doğru sıralanan çeşitli teknolojiler hakkındaki bilgidir. *Alan bilgisi (AB)*: Öğrenilen ve öğretilen temel konu hakkındaki bilgidir (Mishra & Koehler 2006). *Pedagoji bilgisi (PB)*: Öğrenci öğrenimi, ders planı hazırlanması, değerlendirme ve sınıf yönetimindeki bilgiyi kapsar. *Pedagoji alan bilgisi (PAB)*: Öğretme süreci ile ilgilenen içerik bilgisidir (Shulman 1986). Bu bilgi, içerik alanlarında daha iyi öğretme uygulamalarını geliştirme amacıyla hem içeriği hem de pedagojiyi barındırdığından dolayı farklı içerik alanlarında farklılık gösterir. *Teknolojik alan bilgisi (TAB)*: Bu bilgi öğretmenlerin özel bir teknoloji kullanarak öğrencilerin bir içerik alanındaki kavramları anlama ve uygulama yolunu değiştirebileceklerini anlamaları gerektiğini gösterir. *Teknolojik pedagoji bilgisi (TPB)*: Çeşitli teknolojilerin öğretimde nasıl kullanılabileceği bilgisine ve teknoloji kullanmanın öğretmenlerin öğretme yolunu değiştirebileceğine atıfta bulunur. *Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB)*: Öğretmenlerin herhangi bir içerik alanında öğretimleri ile teknolojiyi bütünleştirmeleri için gereken bilgidir. Öğretmenlerin uygun pedagojik metot ve teknolojileri kullanarak içeriği öğretirken 3 temel bilgi bileşeni (AB, PB, TB) arasındaki karmaşık etkileşimi sezgisel anlama yeteneğine sahip olmaları gerektiğini vurgular (Schmidt, Baran, Thompson, Mishra, Koehler & Shin, 2009).

TPAB modelinde tanımlanan bilgi yapıları teknoloji entegrasyonunun farklı türlerini tanımlayarak eğitimsel teknoloji alanında oldukça temel teorik bir yapı ortaya koymuştur. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar TPAB çerçevesi kullanılarak öğretmenlerin bilgi yeterliliklerinin araştırılması üzerine yoğunlaşmıştır (Mishra & Koehler, 2006; Angeli & Valanides 2009). Bu amaçla Koehler & Mishra (2005) ilk olarak TPAB modelinde yer alan bilgilerin yeterliliklerini ölçmek için öğrenci deneyimleri üzerinde araştırmalar yapmıştır. Bu araştırmalarda 14 maddeden oluşan bir envanter, öğrencilerin TPAB gelişimini izlemek için kullanılmıştır. Schmidt vd. (2009) ise bu çalışmayı genişleterek öğretmen adaylarının öğretim ve teknoloji bilgisini araştırdığı

çalışmasında ilköğretim öğretmenlerinin matematik, sosyal bilimler, fen bilimleri ve edebi bilgi gibi içerik alanlarında TPAB bilgi düzeylerini ölçmek için 58 maddelik bir envanter geliştirmiştir. Geliştirilen envanterin iç tutarlılığı için hesaplanan Cronbach Alfa değeri .80 bulunmuştur. Ölçme aracının yapı geçerliği ise faktör analizi ile test edilmiştir (Schmidt v.d., 2009). Bu çalışma literatürde sadece belli alanlarda daraltılarak incelenmiştir. Örneğin Graham ve arkadaşları, (2009) fen bilimleri eğitiminde öğretmenlerin TPAB bilgisini ölçmeyi amaçlayan 30 maddelik envanter geliştirmiştir. Envanter; TB, TAB, TPB, TPAB bilgisini içeren 4 TPAB yapısına dayanarak oluşturulmuştur.

Koh, Chai ve Tsai (2010) tarafından yapılan çalışmada ise Singapurdaki öğretmen adaylarının Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi (TPAB) açısından profilleri incelemiştir. Toplam 1185 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada Schmidt ve arkadaşları (2009) tarafından geliştirilen ölçme aracı kullanılmıştır. Bu ölçme aracına uygulanan faktör analizi, ölçeği beş faktöre ayırmıştır. Bu faktörler; teknoloji bilgisi, alan bilgisi, pedagoji bilgisi, teknoloji ile öğretim bilgisi ve eleştirel düşünceden gelen bilgi olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca araştırmada öğretmen adaylarının TPAB profillerinin cinsiyet açısından farklılık gösterirken yaş ve öğretim seviyeleri açısından farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Literatürde görüldüğü gibi öğretmen ve öğretmen adaylarının teknoloji becerilerini, teknoloji entegrelerini, teknolojiye giriş yapabilmelerini ve teknolojiye karşı olan tutumlarını ölçmek amacıyla pek çok ölçme aracı geliştirilmiştir (Becker & Riel 2000; Knezek & Christiansen 2004; Keller, Bonk & Hew 2005; Mishra & Koehler, 2006). Ancak bahsedilen özelliklerin ölçülmesinin yanında öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB gelişimleri üzerine yaptıkları özdeğerlendirmelerin de incelenmesi, teknoloji entegrasyonunun devamlılığı açısından önemli veriler sağlayacağından son çalışmalarda ölçme araçlarında bu unsur dikkate alınmaya başlanmıştır (Schmidt v.d., 2009).

Schmidt v.d. (2009) tarafından geliştirilen ölçme aracı bu anlayışın örneklerinden birisi olmuştur. Geliştirilen ölçek, öğretmen adaylarının TPAB alanının yedi bilgi düzeyinin her biri hakkındaki bilgi gelişimlerini derinlemesine incelemesi bakımından Mishra ve Koehler (2005) ve Archambault ve Crippen (2009)'in çalışmalarını da kapsamaktadır. Ölçek, okul öncesi ve ilköğretim düzeyindeki öğretmen adaylarına yönelik olarak hazırlandığından matematik, fen bilgisi, sosyal bilgiler ve edebiyat gibi alan bilgileri için ayrı maddeleri içermektedir (Koh, Chai ve Tsai, 2010).

Bununla beraber çalışmanın sonuçlarında ilgili ölçeğin bahsedilen dört alan için ayrı ayrı düşünülerek bu alanlara özgü modeller oluşturulabileceği belirtilmektedir. Çünkü TPAB modelinde tanımlanan bilgi yapıları teknoloji entegrasyonunun boyutlarını içeren bir modeldir. Ancak bu modelde farklı alan bilgilerinin yapıları itibariyle farklı modeller ortaya koyabileceği düşünülmektedir. Bu düşünceyle gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları bu durumu destekler niteliktedir. Örneğin Chai ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Mishra ve Kohler'in çalışmasından farklı olarak TK, PK, CK ve TPK ile TPACK faktörleri arasında dolaylı ve doğrudan ilişkileri gösteren bir model ortaya koyabilmişlerdir.

Özetle teknolojik adaptasyon modeline göre sınıfları teknoloji ile donatmak, öğretmenlerin teknolojiye erişimlerini sağlamak, tutumlarını pozitif hale getirmek, sınıflarda teknolojinin entegre edilmesinin garantisini vermeyecektir (Perkmen ve Tezci, 2011) Çünkü gerekli alan bilgisi, teknolojik bilgi ve pedagojik bilgisinin yeterli olmasının yanında bu bilgileri bütünleştirilmesi teknoloji entegrasyonunun sağlanması açısından önemlidir. Matematik öğretmeni hangi matematik konusunu teknolojiyi kullanarak nasıl öğreteceği sorusuna yanıt verebiliyorsa, teknolojiyi entegre edebilmekte başarılı olabilir demektir (Niess, 2005; Schmidt v.d., 2009)

Bu bağlamda, öğretmene bu yeterliğin kazandırılmasında ilk aşama olan eğitim fakültelerindeki eğitimin incelenmesi ve belirli standartlara kavuşturulmasının gerekli olduğu

düşünülmektedir. Bu araştırmanın yapılması için uygun bir ölçme aracı geliştirilmesi, matematik öğretmen adayları ile matematik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin incelenmesine olanak sağlayacaktır.

Bu doğrultuda çalışmanın amacı Schmidt ve arkadaşları (2009) tarafından geliştirilen TPAB ölçeğinin Türkçeye uyarlanarak sadece matematik dersi için geçerlik ve güvenilirliğini test etmek ve ölçeğin boyutları arasındaki ilişkiyi yapısal eşitlik modellemesi ile incelemektir.

Geçerliği ve güvenilirliği test edilen bu envanterin kullanımı, matematik öğretmenlerinin öğretim ile teknolojiyi bütünleştirmek için gerekli olan bilgiye sahip olma düzeylerini belirleyebilmek açısından önemlidir. Ayrıca öğretime teknoloji entegrasyonunu ölçen bir araç olan Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) ölçeğinin boyutları arasındaki ilişkiyi gösteren model, öğretmen eğitimi alanında matematik öğretmen adaylarını, öğretimleri ile teknolojiyi etkili bir şekilde bütünleştirebilen öğretmenler olarak yetiştirmek için yeni stratejiler önermeye imkân verecektir.

### Yöntem

#### *Çalışma Grubu*

Çalışma, Balıkesir Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği (İMÖ) Bölümü'nde öğrenim gören İMÖ bölümü programında 1. sınıfta yer alan Bilgisayar I, Bilgisayar II ve ikinci sınıfta yer alan Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi derslerini alan 473 öğrenci ile yürütülmüştür. Grup, 156'sı ikinci sınıf, 148'i üçüncü sınıf ve 169 'u dördüncü sınıfta öğrenim gören, 326'sı (% 69.07) kız ve 146'sı (% 30.93) erkek öğrenciden oluşmaktadır.

#### *Veri Toplama Aracı*

Araştırmanın amacı kapsamında Schmidt ve arkadaşları (2009) tarafından geliştirilen "Teknolojik Pedagojik ve Alan Bilgisi" (TPAB) ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması öncesinde ölçeğin orijinal metni üzerinde incelemeler yapılmıştır. Öncelikle öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB modeli içindeki yedi bilgi bileşeni konusundaki özdeğerlendirmelerini ortaya koymaya çalışan ölçek, matematik alanı için düzenlenmiştir. Bu amaçla ölçekte yer alan ve edebiyat, fen bilgisi ve sosyal bilgiler içerik alanlarına odaklanılarak hazırlanmış olan sorular çıkartılarak matematik alanına yönelik olarak; teknoloji bilgisi (TB), alan bilgisi (AB), pedagoji bilgisi (PB), pedagojik alan bilgisi (PAB), teknolojik alan bilgisi (TAB), teknolojik pedagoji bilgisi (TPB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisini (TPAB) ölçen 27 maddelik ölçek elde edilmiştir. Maddeler beşli Likert tipinde olup, tümüyle katılıyorum (5), katılıyorum (4), kararsızım (3), katılmıyorum (2), kesinlikle katılmıyorum (1) şeklinde derecelendirilmiştir. Veriler araştırmacılar tarafından toplanmış, gönüllülük esasına dikkat edilmiştir.

Ölçeğin dil geçerliğinin sağlanması için ilk olarak ölçeğin anadili olan İngilizceden Türkçeye çevirisi yapılmıştır. Bu aşamada ilk olarak ölçeğin iki mütercim tercüman ve İngilizce dilsel yeterliği bulunan iki uzman öğretim elemanı tarafından İngilizceden Türkçeye çevirisi yapılmıştır. Ardından elde edilen Türkçe ölçek yeniden İngilizce dilsel yeterliği bulunan üç uzmana ve bir mütercim tercümana verilerek İngilizceye çevrilmiştir. Bu işlemler sonunda orijinal ölçek ile Türkçeden İngilizceye çevrilen ölçek uzman görüşü alınarak anlam bütünlüğü olduğuna karar verilmiş ve geçerlik ve güvenilirlik çalışması için hazır hale getirilmiştir. Ölçeğin anlaşılır olup olmadığını test etmek amacı ile 37 ortaöğretim matematik öğretmenliği 5. sınıf öğrencisine ölçek uygulanmış ve anlaşılabilirliğinde problemler olan maddelerde gerekli değişiklikler yapılarak ölçeğe son hali verilmiştir.

*Verilerin Analizi*

TPAB ölçeğinin uygulamaları sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak ölçeğin yapı geçerliği ve faktör yapısını incelemek amacıyla açımlayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Bu bağlamda öncelikle verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı, KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) katsayısı ve Barlett Sphericity testi ile incelenmiştir. İncelemeler sonucu verilerin faktör analizi yapmaya uygun çıkması üzerine analizler gerçekleştirilmiştir. Ölçekte yer alan maddelerin öğrencileri ayırt etmedeki yeterliğini tespit etmek için ölçek puanlarına göre üst %27'lik grupta alt %27'lik grubun madde puanları arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için t-testi yapılmıştır. Ayrıca Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısına göre ölçek güvenilirliği incelenmiştir. Ölçeğin boyutları arasındaki ilişkileri incelemek amacı ile yapısal eşitlik modeli oluşturulmuştur. İlgili analizler için SPSS 17 ve LISREL 8.54 programları kullanılmıştır.

*Bulgular ve Tartışma*

Ölçeğin matematik dersi için Türkçeye uyarlamasına ait geçerlik ve güvenilirlik analizi ve yapısal eşitlik modeline ilişkin bulgular, izleyen bölümde ayrı alt başlıklar halinde sunulmuştur.

*Geçerlik Çalışması*

*Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA):* Ölçeğin geçerlik çalışması kapsamında öncelikle Türkçe forma ait uygulama sonucunda elde edilen faktör yapısını incelemek üzere açımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. Örneklem büyüklüğü açısından faktör analizi için veri yapısının uygunluğunu test etmek amacı ile Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi sonuçları incelenmiştir. KMO değerinin 0.905 olarak elde edilmesi, örneklem büyüklüğü için değer “mükemmel” olduğu şeklinde yorumlanabilir (Leech, Barrett ve Morgan, 2005; Tavşancıl, 2005). Barlett küresellik testi sonuçları incelendiğinde ise elde edilen ki-kare değerinin 0.01 düzeyinde anlamlı olması, verilerin çok değişkenli normal dağılımdan geldiğini göstermektedir. Dolayısı ile elde edilen veri setinde faktör analizi yapılması için gereken sayıtlar sağlanmıştır.

Temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen ortak varyans tablosu incelendiğinde her bir maddenin ortak bir faktördeki varyansı birlikte açıklama oranlarının 0.403 ile 0.805 arasında değiştiği gözlenmiştir.

Orijinal TPAB ölçeği teknoloji bilgisi, alan bilgisi, pedagoji bilgisi, pedagojik alan bilgisi, teknolojik alan bilgisi, teknolojik-pedagojik bilgi ve teknolojik-pedagojik-alan bilgisi olmak üzere 7 faktörlü bir yapıya sahiptir. Ancak uygulama sonucunda yapılan temel bileşenler faktör analizi sonucunda dört faktör elde edilmiştir. Matematik bilgisi (MB) ve teknoloji bilgisine (TB) ilişkin maddeler iki ayrı faktör altında toplanmışlardır. Pedagoji bilgisi ve pedagoji alan bilgisi maddeleri tek bir faktör altında toplanmış ve matematik öğretimi bilgisi (MÖB) olarak faktör yeniden isimlendirilmiştir. Ayrıca teknoloji-pedagoji, teknoloji-alan ve teknolojik-pedagojik-alan bilgisine ilişkin maddeler de tek bir faktör altında toplanarak, bu faktör matematik öğretimine teknoloji entegrasyonu bilgisi (MÖTB) olarak isimlendirilmiştir.

MÖTB faktörü tarafından varyansın % 29.53'ü, MÖB faktörü tarafından varyansın %10.17'si, TB faktörü tarafından varyansın %7.59'u ve MB faktörü tarafından varyansın %5.25'i açıklanmıştır. Sosyal bilimlerde, çok faktörlü desenlerde açıklanan varyansın %40 ile %60 arasında olması yeterli kabul edildiğinden (Büyüköztürk, 2007), elde edilen %52.54 değerindeki toplam açıklanan varyans değerinin yeterli olduğu belirtilebilir. TPAB ölçeğinin orijinal halindeki (Schmidt vd., 2009) madde numaraları korunarak verilen varimax dik döndürme sonrası elde edilen faktör deseni Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1.

*TPAB Ölçeğinin Faktör Çözümlemesi Sonucunda Elde Edilen Faktör Yükleri*

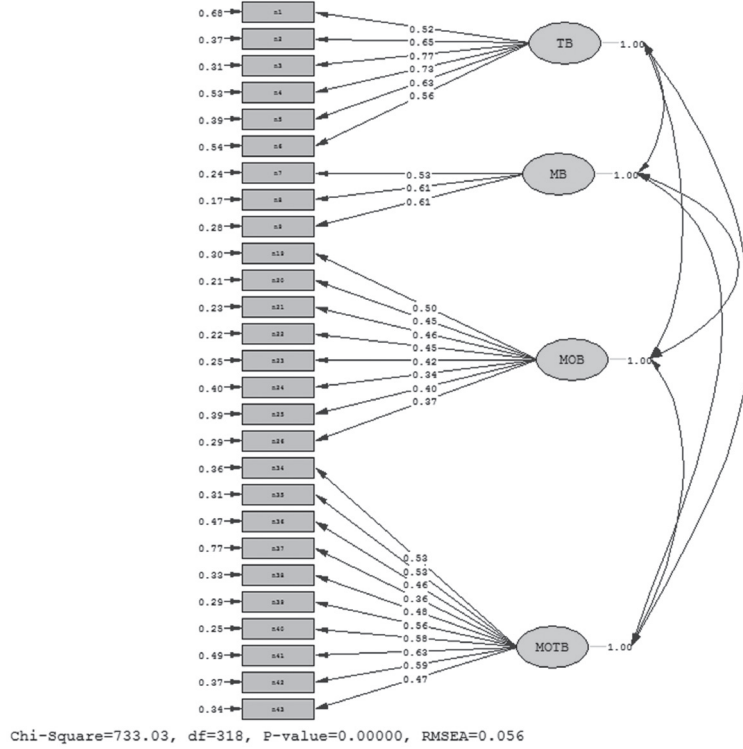
Orijinal Ölçek Madde No	MÖTB	MÖB	TB	MB
39. Ne öğrettiğimi, nasıl öğrettiğimi ve öğrencilerin nasıl öğrendiğini geliştiren teknolojileri sınıfımda kullanmak için seçebirim.	.740	.213		.154
42. Bir ders için içeriği geliştirecek teknolojileri seçebirim.	.725		.156	
40. Sınıfımda konu alanım ile ilgili olarak öğrendiğim öğretim yaklaşımlarını, teknolojileri ve içeriği birleştiren stratejileri kullanabilirim.	.719	.252	.170	
38. Öğrendiğim teknolojilerin kullanımını farklı öğretim aktivitelerine uyarlayabilirim.	.686		.262	
41. Okulumdaki ve/veya ilçemdeki diğer öğretmenlere öğretim yaklaşımlarının, teknolojilerin ve içeriğin kullanımını koordine edebilmek için yardım etmede öncülük yapabilirim.	.615	.238	.242	
35. Bir ders için öğrencilerin öğrenmesini geliştirecek teknolojileri seçebirim	.600	.268	.266	
34. Bir ders için öğretim yaklaşımlarını geliştirecek teknolojileri seçebirim	.570	.255	.283	
36. Öğretmen eğitim programım; teknolojiyi sınıfımda kullanabileceğim öğretim yaklaşımlarını nasıl etkileyebileceği hakkında daha derin düşünmeme sebep olmuştur.	.544	.248	.158	
43. Matematik, teknoloji ve öğretim yaklaşımlarını uygun bir şekilde bir araya getiren dersleri öğretebilirim.	.517	.235	.319	.156
37. Teknolojiyi sınıfımda nasıl kullanacağım hakkında ciddi olarak düşünüyorum.	.505			.150
20. Öğrencilerin şu an neyi anladıkları neyi anlamadıklarına dayanarak öğretimimi uyarlayabilirim.		.757		
22. Çeşitli şekillerde öğrencinin öğrenmesini değerlendirebilirim.	.153	.704		.136
21. Öğretim stilimi farklı öğrencilere uyarlayabilirim.	.147	.685		.174
19. Sınıftaki öğrenci performansını nasıl değerlendireceğimi biliyorum.	.110	.680	.228	.127
23. Sınıf ortamında çeşitli öğretim yaklaşımlarını kullanabilirim.	.274	.607		.134
24. Yaygın öğrenci kavrayışlarını ve yanlış kavramalarını biliyorum.	.155	.564		
25. Sınıf yönetimini nasıl organize edeceğimi ve devam ettireceğimi biliyorum.		.561	.159	.179
26. Matematikte öğrencinin düşünmesine ve öğrenmesine rehberlik etmesi için etkili öğretme yaklaşımlarını seçebirim.	.322	.507		.165
1. Önemli yeni teknolojileri takip ederim.	.219	.108	.794	
2. Sık sık teknolojiyle vakit geçiririm.			.790	
3. Farklı teknolojiler hakkında birçok şey biliyorum.	.160		.719	
2. Teknolojiyi kolayca öğrenebilirim	.229	.126	.693	.176
1. Teknik problemlerimi nasıl çözeceğimi biliyorum.			.626	.103
6. Teknik problemlerimi nasıl çözeceğimi biliyorum.	.303		.604	.155
8. Sık sık teknolojiyle vakit geçiririm.		.178		.870
9. Farklı teknolojiler hakkında birçok şey biliyorum.	.152	.208		.782
7. Sık sık teknolojiyle vakit geçiririm.		.307	.224	.708

Faktör yükü 0.10'un altındaki değerler tabloda verilmemiştir.

Tablo 1'de görüldüğü üzere, alt ölçekler düzeyinde faktör yükleri değerlerinin MÖTB için 0.505-0.740; MÖB için 0.507-0.757; TB için 0.604-0.794 ve MB için 0.708-0.870 arasında değiştiği görülmüştür. Faktör yük değerleri büyüklük açısından incelendiğinde, en düşük elde edilen değer 0.505 olması ve en yüksek elde edilen değer 0.870 olması nedeni ile iyiden mükemmele doğru nitelendirilebilir.

*Doğrulayıcı Faktör Analizi:* Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) özellikle başka kültürlerde ve örneklemelerde geliştirilmiş ölçme araçlarının uyarlanmasında kullanılan bir geçerlilik belirleme yöntemidir. Sümer'e (2000) göre DFA kuramsal bir temelden destek alarak pek çok değişkenden

oluşturulan faktörlerin gerçek verilerle ne derece uyum gösterdiğini değerlendirmeye yönelik bir analizdir. Teorik ve AFA ile belirlenmiş yapının toplanan verilerle ne derece doğrulandığını incelemek amacı ile LISREL 8.54 programı kullanılarak verilere DFA uygulanmıştır. Öncelikle örtük değişkenlerin gözlenen değişkenleri açıklama durumuna ilişkin t değerleri incelenmiştir. Şekil 1’de yer alan t değerlerinin bulunduğu yol şemasından gözlenen değişkenlerin t değerlerinin 0.01 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.



Şekil 1 TPAB Ölçeğine Ait DFA Sonuçları

Herhangi bir modelin bir bütün olarak kabul edilebilir olması için modeldeki ilişkilerin verilerle ne kadar tutarlı olup olmadığını yordamaya çalışan bazı uyum iyiliği kriterlerinin kabul edilebilir sınırlar içinde çıkması gerekmektedir. LISREL 8.54 programı modelin veriye uyumunun farklı yönlerini, farklı ölçütler temelinde değerlendiren çok sayıda uyum indeksi sunmaktadır. Bunlar içerisinde en yaygın kullanılan istatistik, ki-kare uyum testidir. Ki-kare testi örneklem büyüklüğüne duyarlı bir test olması nedeni, özellikle örneklem büyüklüğünün 200’den büyük olduğu durumlarda ki-kare değerinin serbestlik derecesine oranı incelenir. Kline (2005), bu oranın 3’ün altında olmasını mükemmel uyum, 5’in altında olmasını kabul edilebilir uyum olarak ifade etmektedir. Bu çerçevede ( $733.03/318=2.31$ ) ki-kare/ serbestlik derecesi oranının mükemmel düzeyde uyum verdiği ifade edilebilir. Ki-karenin serbestlik derecesine oranının incelenmesinin yanı sıra LISREL programı tarafından; iyilik uyum indeksi (GFI), düzenlenmiş iyilik uyum indeksi (AGFI), yaklaşık hataların ortalama karekökü (RMSEA), standardize edilmiş artık ortalamaların karekökü (RMR), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI) ve normlaştırılmış uyum indeksi (NFI) çıktı dosyasında sunulmaktadır. Modelin doğrulanıp doğrulanmadığını değerlendirmek amacı ile tek bir uyum indeksinden ziyade tüm indekslerin bir arada değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir (akt. Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Schermelleh-Engel ve Moosbrugger (2003) tarafından belirtilen uyum ölçütleri ve analiz sonucunda elde edilmiş olan uyum indeksi değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde, tüm değerlerin kabul edilebilir uyum değerleri olduğu görülmektedir.



Tablo 2.

*Standart Uyum İyiliği Ölçütleri ile Araştırma Sonuçlarının Karşılaştırılması*

Uyum İndeksleri	İyi uyum	Kabul edilebilir uyum	Elde edilen değerler
RMSEA	0 < RMSEA < .05	.05 < RMSEA < .10	0.056
SRMR	0 ≤ SRMR ≤ .05	.05 ≤ SRMR ≤ .10	0.054
NFI	.95 ≤ NFI ≤ 1	.90 ≤ NFI ≤ .95	0.94
CFI	.97 ≤ CFI ≤ 1	.95 ≤ CFI ≤ .97	0.96
GFI	.95 ≤ GFI ≤ 1	.90 ≤ GFI ≤ .95	0.90
AGFI	.90 ≤ AGFI ≤ 1	.85 ≤ AGFI ≤ .90	0.86

Tablo 3'te gözlenen değişkenlere ilişkin doğrulayıcı faktör çözümlemesi ile elde edilen  $\lambda_x$  kestirimleri ve ölçme hataları ( $\delta$ ), açıkladığı varyans ( $R^2$ ) ve madde ortalamaları verilmektedir. Tablo 2 incelendiğinde, tüm gözlenen değişkenlerin ilgili örtük değişkenlere pozitif yönde anlamlı yüklandıkları görülmektedir. Gözlenen değişkenlerin açıkladıkları varyans miktarları 0.13-0.67 aralığında değişmektedir.

Tablo 3.

*Doğrulayıcı Faktör Çözümlemesi LISREL Kestirimleri, Standart Hatalar ve Cevap Kategorilerine Göre Soru Ortalamaları*

Örtük ve gözlenen değişken	$\lambda_x$	$\delta$	$R^2$	Ortalama
<b>Teknoloji Bilgisi (TB)</b>				
Teknik problemlerimi nasıl çözeceğimi biliyorum.	0.51	0.05	0.27	3.17
Teknolojiyi kolayca öğrenebilirim	0.64	0.04	0.52	3.76
Önemli yeni teknolojileri takip ederim.	0.77	0.04	0.66	3.33
Sık sık teknolojiyle vakit geçiririm.	0.72	0.05	0.49	3.30
Farklı teknolojiler hakkında birçok şey biliyorum.	0.63	0.04	0.51	2.77
Kullanmam gereken teknolojiler hakkında teknik becerilere sahibim.	0.56	0.04	0.37	3.26
<b>Matematik Bilgisi (MB)</b>				
Matematik hakkında yeterli bilgiye sahibim.	0.52	0.03	0.52	3.88
Matematsel düşünme tarzını kullanabilirim.	0.60	0.03	0.67	3.94
Matematik anlayışımı geliştirecek çeşitli yöntem ve stratejilere sahibim.	0.61	0.04	0.57	3.59
<b>Matematik Öğretim Bilgisi (MÖB)</b>				
Sınıftaki öğrenci performansını nasıl değerlendireceğimi biliyorum.	0.49	0.03	0.44	3.69
Öğrencilerin şu an neyi anladıkları neyi anlamadıklarına dayanarak öğretimimi uyarlayabilirim.	0.45	0.03	0.49	3.81
Öğretim stilimi farklı öğrencilere uyarlayabilirim.	0.45	0.03	0.46	3.83
Çeşitli şekillerde öğrencinin öğrenmesini değerlendirebilirim.	0.45	0.03	0.48	3.87
Sınıf ortamında çeşitli öğretim yaklaşımlarını kullanabilirim.	0.42	0.03	0.40	3.85
Yaygın öğrenci kavrayışlarını ve yanlış kavramalarını biliyorum.	0.33	0.04	0.21	3.53
Sınıf yönetimini nasıl organize edeceğimi ve devam ettireceğimi biliyorum.	0.39	0.04	0.27	3.64
Matematikte öğrencinin düşünmesine ve öğrenmesine rehberlik etmesi için etkili öğretme yaklaşımlarını seçebilirim.	0.36	0.03	0.31	3.88
<b>Matematik Öğretimi Teknoloji Entegrasyonu Bilgisi (MÖTB)</b>				
Bir ders için öğretim yaklaşımlarını geliştirecek teknolojileri seçebilirim.	0.52	0.04	0.42	3.45
Bir ders için öğrencilerin öğrenmesini geliştirecek teknolojileri seçebilirim	0.51	0.03	0.45	3.58
Öğretmen eğitim programım; teknolojiyi sınıfta kullanabileceğim öğretim yaklaşımlarını nasıl etkileyebileceği hakkında daha derin düşünmeme sebep olmuştur.	0.46	0.04	0.31	3.52
Teknolojiyi sınıfta nasıl kullanacağım hakkında ciddi olarak düşünüyorum.	0.34	0.05	0.13	3.57
Öğrendiğim teknolojilerin kullanımını farklı öğretim aktivitelerine uyarlayabilirim.	0.47	0.03	0.40	3.58
Ne öğrettiğimi, nasıl öğrettiğimi ve öğrencilerin nasıl öğrendiğini geliştiren teknolojileri sınıfta kullanmak için seçebilirim.	0.56	0.03	0.52	3.75
Sınıfta konu alanım ile ilgili olarak öğrendiğim öğretim yaklaşımlarını, teknolojileri ve içeriği birleştiren stratejileri kullanabilirim.	0.58	0.03	0.57	3.66
Okulumdaki ve/veya ilçemdeki diğer öğretmenlere öğretim yaklaşımlarının, teknolojilerin ve içeriğin kullanımını koordine edebilmek için yardım etmede öncülük yapabiliyorum.	0.64	0.04	0.46	3.33
Bir ders için içeriği geliştirecek teknolojileri seçebilirim.	0.58	0.04	0.47	3.58
Matematik, teknoloji ve öğretim yaklaşımlarını uygun bir şekilde bir araya getiren dersleri öğretebilirim.	0.47	0.03	0.39	3.74

*Güvenirlilik*

Ölçeğin güvenirliliğini belirlemek için alt boyutlar ve tüm ölçeğin Cronbach  $\alpha$  değerleri hesaplanmıştır. Tüm ölçeğin Cronbach  $\alpha$  güvenirliliği 0.91 olarak bulunmuştur. Matematik bilgisi (MB), teknoloji bilgisi (TB), matematik öğretimi bilgisi (MÖB) ve matematik öğretimine teknoloji entegrasyonu bilgisi (MÖTB) alt boyutlarına ait Cronbach  $\alpha$  değerleri sırasıyla 0.82. 0.83. 0.85 ve 0.86 olarak bulunmuştur. Psikolojik bir test için hesaplanan güvenirlilik katsayısının 0.70'ten yüksek olması test puanlarının güvenirliliği için yeterli olduğundan testin güvenilir olduğu belirtilebilir (Büyüköztürk, 2007). Güvenirlilik analizi için ayrıca yapılan madde-toplam puan korelasyonu ile testin toplam puanlarına göre oluşturulan alt %27 ve üst %27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkın ilişkisiz t-testi sonuçları Tablo 4'te verilmektedir. Büyüköztürk (2007) madde-toplam puan korelasyonlarının 0.30 ve daha yüksek olması durumunda maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiğini belirtmiştir. TPAB ölçeğindeki tüm madde toplam puan korelasyon değerlerinin 0.30'dan yüksek olması, ölçeğin güvenilir olduğunu göstermiştir. Ayrıca alt %27 ve üst %27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların ilişkisiz t-testine göre anlamlı çıkması, testin iç tutarlılığının bir göstergesidir.

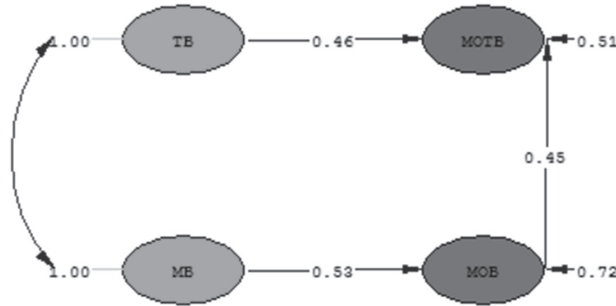
Tablo 4.

*TPAB Ölçeği Güvenirlilik Analizi Madde-Toplam Puan Korelasyonları ve Alt %27-Üst %27 Gruplarının Madde Ortalama Puanları İçin T-Testi Sonuçları*

Orijinal ölçek madde no	Madde-toplam puan korelasyonları	$\bar{X}$		t (Üst %27. Alt %27)
		Üst % 27	Alt % 27	
1	0.42	3.82	2.67	7.855
2	0.64	4.47	3.19	10.631
3	0.60	4.01	2.56	10.919
4	0.54	3.97	2.55	8.989
5	0.50	4.44	3.53	8.014
6	0.58	3.97	2.55	11.268
7	0.51	4.44	3.53	8.452
8	0.43	4.36	3.60	5.688
9	0.48	4.10	3.10	7.788
19	0.57	4.15	3.19	8.156
20	0.53	4.12	3.37	7.241
21	0.49	4.11	3.47	5.962
22	0.54	4.21	3.41	7.340
23	0.50	4.21	3.47	6.919
24	0.44	3.79	3.12	5.589
25	0.48	4.01	3.29	6.206
26	0.53	4.25	3.47	6.505
34	0.62	3.99	2.78	12.424
35	0.66	4.08	2.85	12.788
36	0.53	3.81	2.85	7.646
37	0.32	3.81	3.08	4.567
38	0.58	4.07	2.95	9.844
39	0.65	4.14	2.96	9.962
40	0.65	4.10	2.85	11.508
41	0.63	3.96	2.42	11.195
42	0.62	4.04	2.71	10.279
43	0.66	4.22	3.03	10.014

Açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ve güvenilirlik analizlerinden sonra elde edilen dört değişkenin (AB, TB, MÖB, MÖTB) arasındaki nedensel ilişkiler örtük değişkenlerle yol analizi ile incelenmiştir (Şimşek, 2007). Önerilen yapısal model, Schmidt ve arkadaşlarının (2009) önerdiği 7 faktörlü TPACK yapısının bu çalışmada elde edilen boyutları arasındaki doğrudan ve dolaylı etkilerini incelemektedir. Buna göre matematik bilgisi (MB), matematik öğretimi bilgisini (MÖB) ve teknoloji bilgisi (TB) ile matematik öğretimi bilgisini (MÖB), Matematik öğretimine teknoloji entegrasyonu bilgisini (MÖTB) etkilemektedir. İlk kurulan modelde bu etkilerin yanı sıra matematik bilgisinin (MB) matematik öğretimine teknoloji entegrasyonu bilgisine (MÖTB) doğrudan etkisi de dahil edilmiştir, ancak t-değeri anlamlı olmadığından ilişki modelden çıkarılarak tekrar analiz yapılmıştır. Buna göre yapısal modeldeki tüm t-değerleri anlamlı bulunmuştur. Etki büyüklüklerini yorumlarken standardize edilmiş yol katsayıları göz önünde bulundurulmuş ve Şimşek (2007)'in Kline (1998)'den aktardığı kritik değerler kullanılmıştır. 0.10'dan küçük değerler, küçük etki; 0.30 civarındaki değerler orta düzeyde etki ve 0.50 ve üzerindeki değerler yüksek düzeyde etkili olarak yorumlanmıştır. Buna göre Şekil 2' de görüldüğü gibi matematik bilgisi faktörünün matematik öğretimi bilgisini faktörü üzerinde yüksek etkisi gözlenirken teknoloji bilgisi (TB) ve matematik öğretimi bilgisinin (MÖB), matematik öğretimine teknoloji entegrasyonu bilgisine (MÖTB) orta düzeyde etkisi olduğu bulunmuştur.

Modelin uyum indeksleri incelendiğinde şu sonuçlar görülmüştür: Benzerlik oranı kare istatistiği 749.26 olarak tespit edilmiştir. Serbestlik derecesi 320 olarak belirlenmiştir. Kare değerinin serbestlik derecesine oranı yaklaşık 2,34'tür. Bu değer 3'ün altında olması mükemmel uyuma işaret etmektedir. Diğer uyum iyiliği indeksleri Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.057; Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) = 0.063; Goodness of Fit Index (GFI) = 0.91; Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.86; Comparative Fit Index (CFI) = 0.96 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler modelin kabul edilebilir bir model olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Yapısal Eşitlik Modellemesi

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Son yıllarda teknoloji ve eğitim üzerine yapılan çalışmaların odağı Shulman'ın (1986) "Pedagojik Alan Bilgisi" kavramını tanımlaması ve bunu teknolojiye dahil etmesiyle köklü bir değişiklik yaşamıştır. Bu doğrultuda "teknoloji ve eğitim" anlayışı yerini "teknolojinin eğitime entegrasyonuna" bırakmıştır.

Bu iki kavram birbirinden ayrıdır. Çünkü teknolojiyi entegre etme, teknolojiyle alakalı değil, etkili eğitimsel uygulamalar ve içerikle alakalıdır. Teknoloji, içeriği temin ettiğimiz ve daha iyi pratik yaptığımız araçlarla ilgilenirken, entegrasyon kullanılan teknolojinin türü ya da miktarı ile değil, nasıl ve niçin kullanıldığıyla tanımlanmaktadır (Johnston & Moyer-Packenham, 2012). Bu bakış açısı sonucu ortaya konulan TPAB, entegrasyon ve öğretim programları arasındaki köprüyü kuran bir unsur olmuştur. Öyle ki Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi (NCTM) yeni yüzyıl

için standartlarını belirlerken Teknoloji Prensipleri ile 2000 yılının başlarında TPAB'in bu yeni vizyonunu destekleyerek, teknolojinin matematik eğitim ve öğretimi için gerekli olduğunu belirtilmiştir. "Öğretilen matematiği etkiler ve bu şekilde öğrencilerin öğrenmesini geliştirir" (NCTM, 2000) demıştır.

Ancak teknoloji entegrasyonu kavramının dönüm noktası olan ve teknoloji pedagoji, alan bilgisi ile bunların kesişim unsurlarını içeren bir model olarak tasarlanan TPAB; matematik, sosyal bilimler, fen bilimleri ve edebiyat gibi farklı alan bilgilerine ortak bakışı temsil ettiği için bazı eleştirilere hedef olmuştur. Bu doğrultuda ilk bakışta farklı bileşenleri temsil ediyormuş gibi görünen bu bilgi türü için Mishra ve Koehler (2006) de bir açıklama yapmış ve TPAB modelinin farklı normlarının olabileceğini, bu farklılığın alan bilgisinin doğasına göre değişebileceğini belirtmiş, yapılan araştırmaların TPAB modelinin alan bilgilerine göre özelleştirilerek yeniden yapılandırılmasının gerektiğini vurgulamıştır. Niess (2008) ise TPAB' in matematik öğretimi çerçevesinde nasıl ifade edilir sorusunun odak soru olduğunu söylemiştir.

Bu doğrultuda model çerçevesinde matematik, sosyal bilimler, fen bilimleri ve edebiyat alan bilgileri kapsamında geliştirilen ve amacı öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB gelişimleri üzerine yaptıkları özdeğerlendirmelerini incelemek olan TPAB ölçeğinin ve boyutları arasındaki ilişkinin matematik alanı için özel olarak incelenmesi önemli görülmekte ve matematik öğretiminde teknolojiyi kullanabilmek için hangi bilgiye ihtiyaç duyulacağı sorusuna ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu düşünceyle çalışmada "Teknolojik Pedagojik ve Alan Bilgisi" (TPAB) ölçeğinin matematik alanında Türkçeye uyarlamasının geçerlik ve güvenilirliği incelenmiş ve ölçeğin elde edilen boyutları arasındaki ilişkiler yapısal eşitlik modellemesi ile belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlarda Schmidt ve arkadaşları (2009) tarafından geliştirilen ölçekte belirlenen faktörler ile kısmen paralel bir yapı bulunmuştur. Ölçeğin matematik öğretmen adaylarına uygulanması, orijinal ölçekteki diğer alanlara ait soruların öğretmen adaylarına yanıtlanmamış olması ve pedagoji bilgisi ile ilgili maddelerin matematik dersi kapsamında düşünülerek yanıtlanmış olması, pedagoji ve pedagojik alan bilgisi faktörlerinin ayırt edilememesine yol açmıştır. Bu nedenle MÖB faktörü ortaya çıkmıştır. Bunun yanında TPB, TAB, TPAB boyutlarına ilişkin maddeler kavramsal açıdan benzer olarak yorumlandığı düşünüldüğünden bu maddeler MÖTB (matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonu bilgisi) olarak isimlendirilen yeni bir faktör altında toplanmıştır. Benzer bir sonuç Niess (2005)'in literatürden alıp dört PAB bileşeninden uyarladığı TPAB fikirlerini oluşturma aşamasında da ortaya çıkmıştır. Bu çalışmadan elde edilen temaların birisi "öğretmenin matematik öğretimi kapsamına teknolojiyi dahil etme bilgisi" olarak tanımlanmıştır. Benzer şekilde Johnston ve Moyer-Packenham (2012) çalışmalarını, TPAB ve matematik öğretimi konusunda yapılan Niess (2005), Ball ve diğerlerinin (2008) araştırmalarına dayandırarak matematik öğretimi için T-MATH isimli yeni bir bakış açısı geliştirmişlerdir. Oluşturdukları modelde bu çalışmada elde edilen boyutlara benzer temalar tanımlamışlardır.

Buna göre ölçeğin matematik öğretmen adaylarının TPAB gelişimleri üzerine yaptıkları özdeğerlendirmelerini belirlemede yeterli geçerlik ve güvenilirliğe sahip olduğunu görülmüştür. Elde edilen modelde matematik öğretmen adaylarının TPAB gelişimlerine etki eden teknoloji bilgisi, matematik bilgisi, matematik öğretimi bilgisi ve matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonu bilgisi ve bu temalar arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Bu model matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonunun yapı taşlarını göstermesi açısından önemli görülmektedir. Çünkü alan bilgisi olarak daha soyut bir yapıya sahip olan matematiğin, ölçekte ölçülen diğer alan bilgilerinden daha farklı bir model ortaya koyması kaçınılmazdır.

Öğretmen ve öğretmen adaylarının TPAB'ni geliştirmek için literatürde yapılan çeşitli çalışmalar vardır. TPAB modeline göre ders tasarlama ve öğretmenin rolü (Mishra & Koehler 2006; Angeli & Valanides 2009), teknoloji entegrasyonu projeleri (Lundeberg v.d., 2003) bu çalışmalardan bazılarıdır. Ancak ülkemizde matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının TPAB gelişimlerini inceleyen araştırmalar oldukça kısıtlıdır. Bu bağlamda bu konuda detaylı bilgiler sağlayacak nicel ve nitel araştırmalar yapılmasının uygun olduğu düşünülmektedir. Ayrıca eğitim fakültelerinde MB, TB, MÖB, MÖTB bilgilerinin etkileşimli olarak matematik

öğretmen adaylarında yerleşebilmesi ve bu doğrultuda matematik öğretimine teknolojinin entegre edilebilmesi için yeni program standartlarının oluşturulması önerilmektedir. Bu doğrultuda matematik öğretimine teknolojiyi dahil etmenin amaçları hakkında kapsamlı bir düşünceye sahip olan, matematiği teknolojiyle öğrenme, anlama ve düşünme bilgisini geliştirme sürecinde değerlendirebilen, matematiği teknolojiyle öğretmek için doğru eğitimsel stratejileri oluşturabilen öğretmenler yetiştirmek için matematik eğitim ve öğretimine teknolojiyi entegre eden program ve materyal bilgisini öğretmen adaylarına verebilen bir anlayışın oluşturulan model çerçevesinde geliştirilebileceği düşünülmektedir.

#### Kaynakça

- 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.
- Archambault, L., & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1). Retrieved February 05, 2011, from <http://www.citejournal.org/vol9/iss1/general/article2.cfm>
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special?, *Journal of Teacher Education*, 59, 389-407.
- Becker, H. J., & Riel, M. M. (2000). *Teacher professional engagement and constructive-compatible computer usage* (Report no. 7). Irvine, CA: Teaching, Learning, and Computing. Retrieved June, 2011, from [http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/report\\_7/](http://www.crito.uci.edu/tlc/findings/report_7/)
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı* (8. baskı), Ankara: PegemA Yayınları.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik*. Ankara: Pegem Akademi.
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., St. Clair, L., & Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 53(5), 70-79.
- Johnston, C. & Moyer-Packenham, P. (2012). The Teachers' Mathematics and Technology Holistic Framework (T-MATH Framework): A Comprehensive Model for Examining Pre-Service Teachers' Knowledge of Technology Tools for Mathematical Learning. In P. Resta (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2012* (pp. 4377-4381). Chesapeake, VA: AACE.
- Keller, J. B., Bonk, C. J., & Hew, K. (2005). The TICKIT to teacher learning: Designing professional development according to situative principles. *Journal of Educational Computing Research*, 32(4), 329-340.
- Kline, R.B. (2005). *Principles and practice of structural equations modeling*. New York, Guilford, s.115-170.
- Knezek, G. & Christensen, R. (2004). Summary of KIDS project findings for 1999-2004 research and project evaluation. (U.S. Department of Education, Grant (R303A99030). Denton, TX: Institute for the Integration of Technology into Teaching and Learning (IITTL). Retrieved May 15, 2011, from <http://www.iittl.unt.edu/KIDS5YearSummary2.pdf>
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152.

- Koh, J.H.L., Chai, C.S. & Tsai, C.C. (2010). Examining the Technological Pedagogical Content Knowledge of Singapore preservice teachers with a Large-Scale Survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26, 563-573.
- Leech, N. L., Barrett, K.C. and Morgan, G.A. (2005). *SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation*. (Second Edition). NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Liao, Y. C. (2007). Effects of Computer-Assisted Instruction on Students' Achievement in Taiwan: A Meta-Analysis. *Computers & Education*, 48 (2). 216-233.
- Lundeberg M.A., Bergland M., Klyczek K. & Hoffman D. (2003) Using action research to develop preservice teachers' beliefs, knowledge and confidence about technology. *Journal of Interactive Online Learning* 1, 1-16.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- NCTM (2000). Standards for School Mathematics. <<http://www.nctm.org/standards/standards.htm>>
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523.
- Niess, M. L. (2008, June). Developing Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) with Spreadsheets. Paper presented at the annual meeting of the International Society for Technology in Education, National Educational Computing Conference, San Antonio, TX.
- Perkmen, S. & Tezci, E. (2011). *Eğitimde teknoloji entegrasyonu* (s. 1-7). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Schermelleh-Engel, K. ve Moosbrugger, H., (2003). Evaluating The Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures. *Methods of Psychological Research Online*, Vol:8 No:2, 23-74.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Sümer, N. (2000). Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar ve Örnek Uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3 (6), 49-74.
- Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*. (İkinci Baskı). Ankara: Nobel Yayınları. No 339.