



ÖĞRETMEN ADAYLARININ YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİ TABANLI TEKNOLOJİK PEDAGOJİK İÇERİK BİLGİSİ DURUMLARININ BELİRLENMESİ*

Derya ORHAN GÖKSÜN**

Öz

Bu çalışma teknolojik pedagojik içerik bilgisi kuramına yapay zekâ kullanımının entegre edilmesi ile oluşturulan ve etik değerlendirme boyutunu da içeren YZ-TPAB temelinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında üç araştırma sorusuna yanıt aranmış ve üçüncü araştırma sorusuna bağlı olan sekiz hipotez test edilmiştir. Tekil, nedensel ve ilişkisel tarama desenlerinin sırasıyla yürütüldüğü çalışmaya iki farklı üniversitede çeşitli sınıf düzeylerinde öğrenim görmekte olan 276 öğretmen adayı katılmıştır. Veriler Çelik (2023) tarafından geliştirilen YZ-TPAB ölçeği ile toplanmıştır. İlk araştırma sorusu bağlamında, tüm alt boyutlara yönelik verilen yanıtlardan oluşan tüm YZ-TPAB boyutlarının, orta düzeyde ($3 < \bar{X} < 4,99$) gözlenmiştir. Cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyi bağımsız değişkenlerine göre YZ-TPAB bağımlı değişkeninin anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığının test edildiği ikinci araştırma sorusunun yanıtı anlamlılık bir farklılık bulunmadığı yönünde olmuştur ($p > 0,05$). Her bir alt boyutun birbiri ile ilişkisi temelinde kurulan hipotezlerden oluşan model PLS-SEM ile incelenmiş ve tüm yolların anlamlı olduğu, geçerli ve güvenilir bir model ortaya çıkmıştır ($\alpha_{min}=0,902$; $AVE_{min}=0,693$; $|f^2| \geq 0,10$;

*Bu çalışma için Adıyaman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulundan 30.10.2024 tarih, 132 sayılı karar numarası ile etik kurul izni alınmıştır.

**  Doç. Dr., Adıyaman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı, dorhan@adiyaman.edu.tr, Adıyaman/Türkiye

$R^2_{min}=0,594$; $SRMR=0,033$; $p=0,000$). Araştırmaya bütüncül bir bakış açısıyla bakıldığında öğretmen adaylarının geleceğin öğretmenleri olarak ele alındığında, YZ-TPAB düzeylerini yükseltecek başka eğitimler de almaları gerektiği, öğretmen adaylarının YZ-TPAB durumlarının geleneksel bağımsız değişkenlerin etkisinden sıyrıldığı ve bir oranda öğretmenlikte eşitlik sağlanabilecek koşullara yaklaşıldığı ve YZ-TPAB boyutlarının tamamının birbirini değiştirecek etkiye sahip oldukları sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, TPAB, öğretmen eğitiminde yapay zekâ, YZ-TPAB

DETERMINING SITUATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' ARTIFICIAL INTELLIGENT BASED TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE

Abstract

This study was conducted on the basis of AI-TPACK, which was established by integrating the use of artificial intelligence into the theory of technological pedagogical content knowledge and includes the ethical issues dimension. Within this scope, three research questions were answered and eight hypotheses related to the third research question were tested. The study, in which single, causal and correlational survey designs were carried out respectively, was attended by 276 pre-service teachers. While answering the first research question, it was observed that all AI-TPACK dimensions consisting of the answers given for all sub-dimensions were at a moderate level. The answer to the second research question, which tested whether the dependent variable AI-TPACK differed significantly according to the independent variables of gender, university and grade level, was that there was no significant difference. The model consisting of hypotheses based on the relationship between each sub-dimension was analyzed by PLS-SEM and a valid and reliable model emerged in which all paths were significant. Considering the research from a holistic perspective, when the pre-service teachers are considered as future teachers, they should receive other trainings that will increase their AI-TPACK level, and the pre-service teachers' AI-TPACK status should be improved through traditional linkages.

Keywords: Artificial intelligence, TPACK, AI in teacher education, AI-TPACK

GİRİŞ

Eğitimin öğrenen paydaşını oluşturan öğrencilerin özellikleri geçmişten daha hızlı değişmektedir. Geçmişte yaşanan teknolojik gelişmeler, günlük yaşam koşulları, kültürel özellikler gibi birçok değişken günümüzde çok daha hızlı farklılaşmaktadır. Bu farklılaşma; öğrenen özelliklerinde, eğitimden beklentilerde ve dolayısıyla eğitim ortamlarının dönüşüm gereksiniminde hızlı değişimlere neden olmaktadır. Yapay zekâ eğitim ortamlarını ve öğrenen özelliklerini değiştiren güncel teknolojilerin başında gelmektedir.

Eğitim ortamlarının çağdaş kalabilmesinin en önemli yolu güncel teknolojileri takip edebilen, ayak uydurabilen, verimli kullanabilen ve değerlendirebilen öğretmenler yetiştirmektir. Öğretmenlerin yapay zekâ kullanım becerileri ne kadar geliştirilirse bu teknolojileri eğitim ortamlarına entegre ederek öğrenme verimi artırmaları da o kadar kolaylaştırılır (Wang vd., 2021). Örneğin yapay zekâ araçlarını etkin kullanabilen öğretmen rutin işlerini çok hızlı biçimde yapay zekâ asistanları ile yapabilir, böylelikle öğretim için daha fazla zaman ayırabilir (Chui, 2014). Yapay zekâ kullanımı geliştirilmiş öğretmenler, yapay zekâ araçlarını eğitime entegre ederek; öğretim etkinliklerini daha etkili tasarlayabilir, öğretim materyallerini kolayca çeşitlendirebilir, yaratıcı fikirler geliştirerek öğrencilerinin üst düzey düşünme becerilerini geliştirebilir, öğrencilerine daha nitelikli geribildirim verebilirler (Buckingham, 2022; Holmes vd., 2021; Popenici ve Kerr, 2017; Wang vd., 2021). Öğretmenlerin yapay zekâ araçlarına yönelik yalnızca kullanım bilgisi edinmeleri yeterli değildir, aynı zamanda bu bilgiyi alan bilgisi ve pedagojik bilgi ile bütünleştirmeli ve böylelikle mesleki beceri haline dönüştürmeleri önemlidir (Seufert vd., 2021).

Bu çalışmada, teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ve yapay zekânın entegre biçimde ele alınması gerekliliği (Kim vd., 2021; Mishra vd., 2023) bilgisinden yola

çıkılmıştır. Yapay zekânın eğitimdeki potansiyelini ve öğretmenlerin bu teknolojiyi nasıl etkili bir şekilde kullanabileceklerine dair bilgi ve becerilere sahip olmalarının önemini ele alan çalışmalar (Mishra vd., 2023; Ning vd., 2024; Sun vd., 2023) incelendiğinde; öğretmenlerin yapay zekâ araçlarını rutin mesleki işlerini kolaylaştırmak, materyal tasarımıyla yararlanmak, içerik tasarımına başvurmak gibi birçok kolaylaştırıcı yapay zekâ özelliği hakkında bilgi sahibi olmaları gerektiği vurgulanmaktadır. Bunların dışında yapay zekâ eğitim-öğretim sürecinde, sınıf içi etkinliklerde, öğrencilerin sosyal etkileşimlerini desteklemede, kişiselleştirilmiş öğrenme etkinlikleri tasarlamada da yapay zekânın etkin biçimde kullanılması gerektiği yönünde çalışmalar (Leahy ve Mishra, 2023; Ning vd., 2024) bulunmaktadır.

Yapay zekâ, iş dünyası ve sağlık gibi alanlarda dönüşüm yaratan bir teknoloji olmasına rağmen, eğitim alanında henüz öğrenme verimi, yetkinliklerin geliştirilmesi, öğrenme performansı bağlamlarında tam anlamıyla benimsenmemiştir. Yapay zekâ tabanlı araçların eğitimde entegrasyonunun diğer sektörlere göre geride kalmasının nedenlerinden biri, öğretmenlerin bu süreçteki rolünün göz ardı edilmesidir. Oysa ki, öğretmenlerin pedagojik ve teknolojik bilgiye sahip olmaları, yapay zekânın sunduğu olanakları eğitim ortamına etkili bir şekilde taşıyabilmelerinde kritik önemdedir (Cun ve Huang, 2024). Lee ve Kang (2024) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel mantık konularındaki ödevlerinde ChatGPT kullanımlarının teknolojik pedagojik içerik bilgilerini geliştirdiğini ortaya koymuşlardır.

Yapay zekâ tabanlı araçlar, öğrenme ve öğretme süreçlerinde önemli pedagojik fırsatlar sunmaktadır. Özellikle kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunan yapay zekâ sistemleri, öğrenci merkezli bir eğitim yaklaşımını destekleme potansiyeline sahiptir (Mishra vd., 2023; Ning vd., 2024). Yapay zekânın bu yetkinliği, öğrencilerin bilişsel ve duygusal ihtiyaçlarını belirleyerek, bu

ihtiyaçlara zamanında ve kişiye özel destekler sağlama olanağı sunmaktadır. Bu süreç, öğrenme performansını artırırken, öğrencilerin eğitimden uzaklaşma oranlarını azaltabilmektedir. Ayrıca, öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme süreçlerini izlemelerine ve gerçek zamanlı geri bildirim sağlamalarına olanak tanıyan yapay zekâ tabanlı öğretmen panoları gibi araçlar da bulunmaktadır. Bu araçlar, öğretmenlerin öğrenci ihtiyaçlarına eş zamanlı olarak yanıt vermelerini sağlamak ve daha etkili bir değerlendirme süreci yaratmaktadır. Ancak, yapay zekânın sunduğu bu pedagojik fırsatlar yalnızca teknolojik bilgiyle sınırlı kalmamalıdır; öğretmenlerin pedagojik bilgiyle bu teknolojiyi harmanlayarak etkili bir öğretim ortamı oluşturması gerekmektedir. Bu bağlamda, **TPAB** çerçevesi, öğretmenlerin teknolojiyi pedagojik stratejilerle nasıl entegre edebileceğini açıklayan esnek bir model olarak sunulmuştur (Choudhury vd., 2024).

TPAB çerçevesi, teknolojik bilgi, pedagojik bilgi ve içerik bilgisi bileşenlerinin bir araya geldiği bir bilgi yapısını ifade etmektedir (Kim, 2024; Koehler ve Mishra, 2009). Özellikle yapay zekâ gibi yeni teknolojilerin eğitimde etkin kullanımı için bu çerçevenin genişletilmesi ve etik boyutların da eklenmesi gereklidir. Yapay zekâ tabanlı araçların kullanımıyla ortaya çıkan etik sorunlar (örneğin, ayrımcılık, şeffaflık eksikliği ve adalet problemleri) eğitim süreçlerini olumsuz etkileyebilmektedir (Choudhury vd., 2024; Mishra vd., 2023). Bu sebeple, öğretmenlerin yalnızca teknolojik ve pedagojik bilgiye sahip olmaları yeterli değildir; aynı zamanda, yapay zekânın eğitimdeki uygulamalarını etik bir çerçevede değerlendirebilme yetisine de sahip olmaları gerekmektedir.

Bu çalışma kuramsal olarak TPAB çerçevesinde oluşturulmuştur ancak öğretmenlerin YZ tabanlı araçları eğitimde pedagojik ve etik olarak nasıl entegre edebileceğine odaklanmakta ve TPAB çerçevesini yapay zekânın etik boyutlarını da kapsayacak şekilde genişletmenin gerekliliği de göz ardı edilmemelidir. Bu

bağlamda, öğretmenlerin yapay zekâ tabanlı araçları kullanırken karşılaşılabilecekleri etik zorlukları anlayabilmeleri ve bu teknolojileri sorumlu bir şekilde değerlendirebilmeleri için gerekli bilgi ve beceriler araştırılmaktadır.

Çelik (2023), çalışmasında kullanılan TPAB çerçevesi, öğretmenlerin teknolojiyi eğitim amaçlı etkili bir şekilde kullanabilmesi için gerekli bilgi alanlarını açıklayan esnek bir modeldir. Bu çerçeveye, çalışmada yapay zekâ (YZ) tabanlı araçların etik değerlendirmelerini içerecek şekilde yeni bir bileşen eklenmiştir. Bu genişletilmiş model YZ-TPAB (**Intelligent-TPACK**) olarak adlandırılmıştır ve beş ana bileşeni içermektedir:

- **Teknoloji Bilgisi (TB):** Yapay zekâ tabanlı araçların temel işlevleri ve kullanımıyla ilgili bilgiyi açıklayan bileşendir.
- **Teknolojik Pedagoji Bilgisi (TPB):** Yapay zekâ araçlarının pedagojik katkılarını anlamaya yönelik bilgiyi açıklayan bileşendir.
- **Teknolojik Alan Bilgisi (TAB):** Alanına özgü yapay zekâ tabanlı araçların içerik bilgisi ile nasıl ilişkili olduğunu anlamaya yönelik bilgiyi açıklayan bileşendir.
- **Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB):** Yapay zekâ araçlarına yönelik bilgiyi pedagojik ve alanına yönelik içerik bilgisi ile bütünleştirmeyi açıklayan bileşendir.
- **Etik Değerlendirme:** Yapay zekânın karar verme süreçlerinin adalet, şeffaflık, sorumluluk ve kapsayıcılık gibi etik boyutlarını değerlendirme yetisini açıklayan bileşendir.

Bu model incelendiğinde, her bir bileşenin teknolojik bilgi içerdiği dikkat çekmektedir. Ancak bu bilgi pedagojik bilgi, alan bilgisi ile entegre edildiğinde TPAB modeli anlamlı hale gelir. Bu entegrasyon sürecinin etik değerlendirmeler ve etik kullanım ile desteklenmesi modeli tamamlamaktadır (Çelik, 2023). Öğretmenlerin bu boyutların her birinde gelişim sağlamaları ile birlikte bu

boyutları birbiri ile bütünleştirmeleri ile verimli bir eğitimde yapay zekâ temelli teknolojik pedagojik içerik bilgisi oluşturulabilir (Akgün ve Greenhow, 2022; Chen vd., 2022; Çelik vd., 2022). Bu çalışmanın genel amacı öğretmen adaylarının YZ-TPAB durumlarını ortaya çıkarmaktır. Bu kapsamda öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojilerini meslek yaşamlarında kullanabilmeyi öngördükleri, aşağıda sıralanan araştırma sorularına yanıt aranmıştır;

A.S.1. Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknoloji bilgileri, teknolojik pedagoji bilgileri, teknolojik alan bilgileri, teknolojik pedagojik alan bilgileri ve yapay zekânın etik kullanım bilgileri ne düzeydedir?

A.S.2. Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgileri cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyine göre farklılaşmakta mıdır?

A.S.3. Yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgileri alt boyutları arasında belirlenen yollarla oluşturulan model anlamlı mıdır?

Araştırma soruları çerçevesinde ortaya çıkarılan toplam ölçek ve faktör puanları düzeyler bağlamında incelenmiş, sözü edilen toplam puanın cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığı araştırma çerçevesinde incelenmiştir. Buna ek olarak sözü edilen değişkenlerin birbiri ile ilişkileri bağlamında oluşturulan bir model test edilmiş ve bu değişkenlerin ortak etkileşimleri modellenmiştir.

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu araştırma nicel yaklaşımlar çerçevesinde tarama türü bir çalışma olarak desenlenmiştir. Araştırma sorularının yanıtlanmasında tekil tarama, nedensel karşılaştırma ve ilişkisel tarama modelleri ile elde edilen veriler analiz edilerek çalışmanın bulguları oluşturulmuştur. Tekil tarama modelleri; araştırma ortamına müdahale olmaksızın ölçülen değişkenlerin mevcut durumunu miktar

ya da tür olarak ortaya çıkarmak amacıyla gerçekleştirilen araştırma süreçlerinde işe koşulmaktadır (Karasar, 2003). Bu araştırma kapsamında sunulan ilk araştırma sorusu öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojik pedagojik içerik bilgilerinin çeşitli bağlamlarda ele alınmasına ve düzey belirleme yoluyla ortaya konmasına yöneliktir. Sözü edilen araştırma sorusuna ilişkin bulgular; ölçeğin alt faktörleri bağlamında hesaplanan ortalama puanların düzeyler açısından miktar olarak belirlenmesi ile oluşturulmuştur. Bu nedenle araştırma sorusu tekil tarama modeli ile yanıtlanmıştır.

Nedensel karşılaştırma araştırmaları; bağımsız değişken ya da değişkenler bağlamında mevcut bir durumlar ya da olguların farklılaşp farklılaşmadığını inceleyen araştırma desenlerini tanımlamaktadır (Sönmez ve Alacapınar, 2013). Bununla birlikte nedensel karşılaştırma araştırmaları; tarama araştırmalarının tamamında olduğu gibi katılımcı grupları arasındaki farklılıkların nedenlerini ortama herhangi bir müdahale olmaksızın belirlemeye bir başka ifade ile yalnızca mevcut durumda belirlemeyi gerektirmektedir (Büyüköztürk vd.; 2013). İkinci araştırma sorusu araştırmanın bağımlı değişkeni olan YZ-TPAB olgusunun bağımsız değişkenler bağlamında (cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyi) farklılaşp farklılaşmadığını test etmeye yöneliktir. Bağımlı değişken olan YZ-TPAB puanının bağımsız değişkenlerin alt grupları bağlamında gruplandırılıp farklılık olup olmadığı, bir farklılık varsa bunun hangi gruptan kaynaklandığı araştırıldığından nedensel karşılaştırma modeli tercih edilmiştir.

İlişkisel tarama modelleri değişkenlerin birbiri ile ilişkilerinden yola çıkılarak bir yargıya varma sürecini tanımlamaktadır (Büyüköztürk vd., 2013). Bu araştırmanın üçüncü araştırma sorusu bağımlı değişkenin her bir alt faktörü kapsamında elde edilen sonuçların birbiri ile ilişkilerinden yola çıkılarak oluşturan modelin istatistiksel niteliğini araştırmaktadır. Bu sorunun yanıtlanması için en uygun araştırma deseni ilişkisel tarama modelidir.

Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcıları ölçüt örnekleme tekniği ile oluşturulmuştur. Araştırmanın doğası gereği katılımcıların yapay zekâ araçları konusunda bilgi ve deneyimlerinin olması gereklidir. Bu bağlamda katılımcıların yapay zekanın eğitimde kullanımına yönelik en az bir ders almış olması gereklidir. Bu ölçüt doğrultusunda eğitimde yapay zekâ uygulamaları seçmeli dersi olan ve öğretim teknolojileri dersinde yapay zekâ araçlarının öğretiminin gerçekleştirildiği içerikler sunulan Adıyaman Üniversitesi ve Ege Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarından gönüllü katılım sağlayan katılımcılar araştırmanın örneklemi olarak belirlenmiştir.

Bununla birlikte araştırmanın bulgularının geçerliği ve güvenilirliği, istatistiksel analizlerin gerçekleştirilebilmesi için gereken örneklem büyüklüğü olan ölçek maddelerinin her biri için yanıt skalası kadar katılımcı ölçütü göz önüne alınmıştır (Huck, 2008). Bu bağlamda 27 maddeden oluşan 7'li skalada yanıtlanan veri toplama aracı için en az 189 katılımcıya ulaşılması alanyazında önerilmektedir. Örneklem büyüklüğü belirlemenin bir yolu araştırma sorusunu yanıtlayacak istatistiksel analizin gerektirdiği örneklem büyüklüğüdür. 2x2x3 ANOVA için %80 örneklem gücü için 180-200 kişilik bir örneklem önerilmektedir (Faul vd., 2007). SEM için Kline (2015) karmaşık bir modelde 200 katılımcı olan bir örneklem ile çalışmanın yeterli olduğunu öne sürmektedir. Bu araştırma için 276 katılımcı gönüllü olarak veri toplam aracını doldurmuştur. Katılımcıların araştırmanın bağımsız değişkenleri bağlamında dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların Dağılımı

Değişken	Değişkenin alt grubu	n	%
Cinsiyet	Kadın	183	66,3
	Erkek	93	33,7
Üniversite	Adıyaman Üniversitesi	172	62,3
	Ege Üniversitesi	104	37,7
Sınıf düzeyi	2. sınıf	86	31,2
	3. sınıf	154	55,8
	4. sınıf	36	13,0
Toplam		276	100

Tablo 1’de görüldüğü gibi değişkenlerin her bir alt grubunda 30’dan fazla katılımcı yer almaktadır. Sınıf düzeyi kapsamında 1. sınıf öğrencileri yapay zekâ eğitimi almadıklarından, dolayısıyla araştırma ölçütlerini karşılamadıkları için araştırmaya dahil edilmemiştir. Bu bilgiden ve daha önce sözü edilen alanyazında önerilen örneklem büyüklüğü ölçütlerinin sağlandığı bilgisinden hareketle araştırmanın örnekleminin araştırma sorularını yanıtlamada yeterli olduğu görülmektedir.

Veri Toplama Aracı

Araştırma sorularının yanıtlanması için analiz edilen veri seti Çelik (2023) tarafından geliştirilen “Yapay Zekâ Tabanlı TPAB Ölçeği” (YZ-TPAB) kullanılmıştır. YZ-TPAB ölçeği “Yapay zekâ teknoloji bilgisi”, “Yapay zekâ teknolojik pedagoji bilgisi”, “Yapay zekâ teknolojik alan bilgisi”, “Yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgisi” ve “Etik” olmak üzere beş farklı faktör altında dağılan toplam 27 maddeden oluşmaktadır. Bu maddeler “Kesinlikle katılmıyorum” ile başlayan “Kesinlikle katılıyorum” seçeneğine kadar dağılan 7’li likert tipi bir skalada yanıtlanmaktadır. Ölçek 439 öğretmenin açımlayıcı faktör analizine, 214 öğretmenin doğrulayıcı faktör analizine tabi tutulmuş bir örnekleme geliştirilmiştir. Bu çalışmanın örneklemini öğretmen adaylarıdır ve 1. sınıf

öğrencileri araştırma örnekleminin dışında tutulduğu için ölçeğin geliştirdiği örneklem ile benzer olduğu öngörülmüştür. Ölçeğin toplam açıklanan varyansı %69,41, toplam iç tutarlılık katsayısı 0,70 olarak hesaplanmıştır (Çelik, 2023). Ölçek geliştirme çalışması incelendiğinde faktörler bağlamında da geçerli ve güvenilir bir veri toplama aracı olduğu görülmüş ve bu araştırma kapsamında kullanılmasına karar verilmiştir. Bu süreçte çalışmaya katılmaya gönüllü 276 öğretmen adayından veri toplanmıştır. Çalışma kapsamında toplanan veriler ile yapılan güvenirlik analizinde ölçeğin iç tutarlılık katsayısı 0,98 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma Adıyaman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu tarafından 30.10.2024 tarih 132 nolu onayı çerçevesinde 2024-2025 eğitim öğretim yılı güz yarıyılında yürütülmüştür. Ölçek ile veri toplama süreci çevrimiçi olarak yürütülmüştür. Oluşturulan formu içeren bağlantı her iki üniversitede öğrenim görmektedir olan öğretmen adayları ile paylaşılmış ve doldurmaları için kendilerine en uygun zamanı belirlemeleri için iki hafta açık tutulmuştur. Çevrimiçi formda her bir maddenin yanıtlanması zorunlu tutulduğundan boş bırakılan madde olmamış ve katılımcı kaybı yaşanmamıştır.

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan veriler düzey belirlenmesi amacıyla betimsel istatistiksellere olan toplam puan alınmış ve puanlar madde sayısına bölünerek ortalama puana dönüştürülmüştür. Ölçekte ters puanlanan madde bulunmadığından bir maddeden alınabilecek en düşük puan bir ve en yüksek puan yedidir. Bu kapsamda ortalama puanlar bir ile yedi aralığında iki puan aralıklı bir skalada düzeylere bölünebilmektedir. Ortalama puanlar eşit aralıklara bölünerek düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç düzeyde ele alınarak yorumlanmıştır. İkinci araştırma sorusunun yanıtlanmasında bir bağımlı

değişken ve ikiden fazla kategorisi olan bağımsız değişkenler ele alınarak analiz edilmiştir. Bu araştırma sorusu çerçevesinden verilerin normal dağılması ve örneklem büyüklüğünün yeterli olması koşulları sağlandığından parametrik testlerden olan 2x2x3 ANOVA ile analiz edilmiştir. Bu analizin yürütülebilmesi için veri setinde yer alan verilerin bağımsız değişken bağlamında her bir alt grubun normal dağılım göstermesi, varyansların türdeş olması ve örneklem büyüklüğünün yeterli olması gerekmektedir (Akbulut, 2010; Cohen, 1988; Field, 2018). Veri setinin normal dağılım gösterip göstermediğinin analizi için Kolmagorov-Smirnov analizi, çarpıklık basıklık değerleri ve histogram grafikleri incelenmiştir. İlgili istatistiksel değerler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Yapay Zekâ TPAB Bağlamında Her Bir Değişkenin Alt Gruplarının Normal Dağılım İstatistikleri

Değişken	Değişkenin alt grubu	n	Çarpıklık	Basıklık	p*
Cinsiyet	Kadın	183	-,202	-,588	,200
	Erkek	93	-,295	-,470	,200
Üniversite	Adıyaman Üniversitesi	172	-,219	-,408	,200
	Ege Üniversitesi	104	-,262	-,778	,027
Sınıf düzeyi	2. sınıf	86	-,326	-,420	,152
	3. sınıf	154	-,279	-,710	,041
	4. sınıf	36	-,422	-,158	,200
Toplam		276			

*Kolmogorov-Smirnov testi anlamlılık değeri sunulmuştur.

Kolmogorov-Smirnov testine örneklem büyüklüğünün 30’dan büyük olduğu durumlarda başvurulmaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu değer anlamlılık düzeyinin 0,05’ten büyük olması gereklidir ancak bu sonuç tek başına normal dağılımı değerlendirmede yeterli bir ölçüt olmamalıdır (Huck, 2008). Tablo 3’te verilen anlamlılık düzeyleri genellikle 0,05’ten büyüktür. Ancak iki değer bu koşulu karşılamamaktadır. Bu noktada bu değerlerinin tamamı 0,05’ten büyük olduğunda veriler normal dağılmaktadır demek için yeterli olmadığı gibi iki

değerin 0,05'ten küçük olması normal dağılmadığını göstermektedir. Bu nedenle çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmelidir. Çarpıklık ve basıklık değerleri için, en doğru ve kesin yorum için alanyazında önerilen aralık +1 ile -1 aralığıdır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Tablo 2 incelendiğinde tüm değerlerin ± 1 aralığında olduğu açıkça görülmektedir. Buna ek olarak istatistiksel analiz programının sunduğu histogram grafikleri de incelenmiş ve herhangi bir dağılım bozukluğu görülmemiştir. Bu bağlamda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.

Bir diğer önkoşul varyansların türdeş olması önkoşuludur. Bu önkoşul Levene testi ile incelenmiştir. Bu testin anlamlılık düzeyinin 0.05'ten büyük olması gerekmektedir (Levene, 1960). Bu bakışla Levene testi incelendiğinde gruplar arası varyansların türdeş olduğu görülmüştür ($F_{(10,165)}=0,867$; $p=0,565$).

Örneklem büyüklüğünün ANOVA sonuçlarını açıklamada yeterli olup olmadığının belirlenmesi amacıyla G*Power ile güç analizi yapılmıştır. En temel anlatımıyla güç analizi Eta Kare değerinden ya da Cohen's f değerinden yola çıkılarak hesaplanmaktadır. Tablo 2'de verilen değerlerden yola çıkılarak Cohen's f değeri 0,266 hesaplanmıştır. Bu değer çalışmanın bulgularının orta-büyük etki büyüklüğüne sahip olduğu yönünde yorumlanmalıdır (Cohen, 1988). Bu değer anlamlı olup olmadığını bir başka ifade ile yalnızca örneklemden kaynaklanıp kaynaklanmadığının belirlenmesi amacıyla G*Power ile güç analizi yapılmış ve bu çalışma için 1,0 olarak hesaplanmıştır. Bu değer mevcut örneklem büyüklüğü ile testin istatistiksel olarak anlamlı bir etkiyi yakalama olasılığının çok yüksek olduğu yönünde yorumlanmaktadır (Faul vd., 2007; Field, 2018). Özetle ANOVA için gerekli olan önkoşulların sağlandığı görülmüş ve ANOVA sonuçları incelenmiştir.

Üçüncü araştırma sorusu yapısal eşitlik modellemesi (SEM) ile yanıtlanmıştır. Bu analizde gizil değişkenler arasındaki ilişkilerden yola çıkılarak her biri arasındaki ilişkilerin bir başka ilişki ile etkileşiminin de hesaplandığı güçlü bir ilişki analizi yapılır ve bir model üretilir (Ringle vd., 2023). Verilerin normal dağılması ve örneklem büyüklüğünün yeterli olması yapısal eşitlik modellemesi (YEM) analizi için önkoşulların sağladığının öngörülmesi için yeterlidir (Hair vd., 2017; Ringle vd., 2022). ANOVA için değişken grupları bağlamında normallik testi yapılmış, bu analiz için ise alt boyutların normal dağılıp dağılmadığı incelenmiş ve histogram grafiklerinin normal dağılım gösterdiği ve tüm çarpıklık basıklık değerlerinin ± 1 aralığında değiştiği görülmüştür. Kolmogorov-Smirnov testi normal dağılım koşulunu sağlamamaktadır ancak daha önce sözü edildiği gibi bu değer görmezden gelinebilir. İlgili değerler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. YZ-TPAB Alt Boyut Puanlarının Normal Dağılım İstatistikleri

Değişken	n	Çarpıklık	Basıklık	p*
TB	276	,015	-,584	,092
TPB	276	-,354	-,510	,000
TAB	276	-,297	-,676	,000
TPAB	276	-,237	-,638	,011
ETİK	276	-,116	-,666	,016
Toplam	276			

*Kolmogorov-Smirnov testi anlamlılık değeri sunulmuştur.

Tablo 3 incelendiğinde çarpıklık ve basıklık değerlerinin normal dağılım göstermesi normal dağılım için yeterli bir ölçüt olarak ele alınabilir ve yapısal eşitlik modellemesi için uygun bir veri seti olduğu söylenebilir. Ancak hem Kolmogorov-Smirnov testinin sonuçlarının normal dağılımı desteklemediği hem de ANOVA sonuçları dikkate alındığında, kovaryans temelli değil daha küçük farklılıkları ve ilişkileri de analiz edebilecek bir istatistiksel analiz yürütmenin daha açık sonuç vereceği düşünülmüştür. Ek olarak kovaryans temelli bir yapısal eşitlik modellemesi için değişkenler arasında çoklu doğrusal bağıntı sorunu

yaşanmaması gereklidir, bu sorunun tespiti VIF değerlerine bakılır ve VIF değerlerinin 5'ten küçük olması beklenir (Kock, 2015). Bu çalışmanın veri setinde TAB ile TPAB (VIF=17,748) ve TPB ile TPAB (VIF= 19,849) arasında tanımlanan iki farklı yolda çoklu doğrusal bağıntı sorunu bulunmaktadır. Bu nedenlerle kovaryans temelli SEM analizinin önkoşulları sağlamadığından varyans temelli olan PLS-SEM analizi (Hair vd., 2017) yürütülmüştür.

BULGULAR

Bu araştırmanın bulguları, düzey belirleme, bağımsız değişkenler bağlamında karşılaştırma analizleri ve bağımsız değişkenin alt boyutları arasındaki ilişkiler bağlamında yol analizi olmak üzere üç bölümde incelenmiştir. Bu üç bölüm araştırmanın araştırma soruları çerçevesinde şekillendirilmiş olduğundan, bulgular bölümü araştırma soruları çerçevesinde alt başlıklar halinde raporlanmıştır. Her bir analizin gerektirdiği önkoşullar ilgili analizden hemen önce sunulmuştur.

A.S.1. Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknoloji bilgileri, teknolojik pedagoji bilgileri, teknolojik alan bilgileri, teknolojik pedagojik alan bilgileri ve yapay zekânın etik kullanımı bilgileri ne düzeydedir?

YZ-TBAP ölçeğine verilen yanıtlardan ölçek geneli toplam puan, her bir alt faktörün toplam puanı maddelere verilen yanıtların toplanması ve ilgili faktörün madde sayısına bölünmesi, bir başka ifade ile aritmetik ortalama alınması ile oluşturulmuştur. Bu yolla puanların standartlaştırılması sağlanmıştır. Standartlaştırılmış puanlar sonucunda ölçek geneli ve her bir faktörden alınabilecek en yüksek puan yedi, en düşük puan bir puandır. 1-7 aralığında gerçekleştirilen bu puanlamada bir düzey belirlenmesi gerekirse aradaki altı puan “düşük”, “orta” ve “yüksek” baremlerine ayrılmıştır. 1-2,99 puan aralığı düşük, 3-4,99 puan aralığı orta ve 5-7,0 puan aralığı yüksek düzey olarak

belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın katılımcıların verdiği yanıtlardan oluşturulan toplam puanlar ve düzeyler hesaplanmıştır. Tablo 4'te bu bulgular sunulmuştur.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının YZ-TPAB Düzeyleri

Puan türü	n	Minimum	Maksimum	Ss	$\bar{X}$	Düzyey
TB	276	1,20	7,00	1,42	4,31	Orta
TPB	276	1,00	7,00	1,34	4,68	Orta
TAB	276	1,50	7,00	1,40	4,76	Orta
TPAB	276	1,00	7,00	1,38	4,46	Orta
ETİK	276	1,00	7,00	1,42	4,32	Orta
YZ-TPAB	276	1,40	7,00	1,29	4,50	Orta

TB: Teknoloji bilgisi
 TPB: Teknolojik pedagoji bilgisi
 TAB: Teknolojik alan bilgisi
 TPAB: Teknolojik pedagojik alan bilgisi
 ETİK: Etik değerlendirme

Tablo 4'te görüldüğü üzere, ölçeğin YZ-TPAB puanı ve tüm alt boyutlardan alınan puanlar orta düzeydedir. Öğretmen adaylarının aldıkları en yüksek puan teknolojik alan bilgisi puanıyken ($\bar{X}_{TAB}=4,76$) en düşük puan teknoloji bilgisi ve etik değerlendirme bilgisi puanı ($\bar{X}_{TB}=4,31$; $\bar{X}_{ETİK}=4,32$) olmuştur. Bütüncül bir bakış açısıyla Tablo 4 incelendiğinde ortalama puanların birbirinden çok farklılaşmadığı söylenebilir. En yüksek ortalama puan ile en düşük ortalama puan arasındaki fark yalnızca 0,45'tir. Bu bağlamda alt boyutlar ve toplam puan çerçevesinde katılımcı grubun homojen olduğu yorumu yapılabilir.

A.S.2. Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgileri cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyine farklılaşmakta mıdır?

Araştırma sorusunda, YZ-TPAB ölçümü ile elde edilen bir bağımlı değişken ölçümünde cinsiyet, devam edilmekte olan üniversite ve sınıf düzeyi olmak üzere üç değişken bağlamında bu bağımlı değişkenin farklılaşıp farklılaşmadığı

araştırılmaktadır. Bu tür araştırma sorularının yanıtlanmasında varyans analizine (ANOVA) başvurulmalıdır. Cinsiyet değişkeni iki, üniversite değişkeni iki ve sınıf düzeyi değişkeni üç alt kategori içermektedir. Bu nedenle analiz 2x2x3 ANOVA olarak adlandırılmalıdır. Analiz sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. YZ-TPAB Puanlarının Demografik Değişkenler Bağlamında 2x2x3 ANOVA Sonuçları

Varyansın kaynağı	KT	Sd	KO	F	p	η^2	Gözlenen güç ^b
Cinsiyet (C)	5,079	1	5,079	3,159	,077	,012	,425
Üniversite (Ü)	1,591	1	1,591	,990	,321	,004	,168
Sınıf (S)	,305	2	,153	,095	,909	,001	,064
C * Ü	,848	1	,848	,527	,468	,002	,112
C * S	,298	2	,149	,093	,912	,001	,064
Ü * S	4,646	2	2,323	1,445	,238	,011	,308
C * Ü * S	,511	1	,511	,318	,573	,001	,087
Hata	426,079	265	1,608				
Toplam	6054,336	276					

a. $R^2 = 0,066$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,031$)
b. Alfa değeri 0,05 esas alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 5'te sunulan ANOVA sonuçları incelendiğinde YZ-TPAB puanının cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyi bağlamlarının hiçbirinde anlamlı olarak farklılaşmadığı görülmektedir ($p > 0,05$). Etki büyüklükleri incelendiğinde tamamının 0,01 değerinin altında ya da çok yakın olduğu görülmektedir ($0,001 < \eta_p < 0,013$). Bu düzey düşük olarak yorumlanmakta (Cohen, 1988) ve aradaki istatistiksel olarak anlamlı olmayan farkın düzeyinin de düşük olduğunu göstermektedir. Ek olarak gözlenen güç değerlerinin tamamının 0,50'nin altında olması da düşük düzeyde (Cohen, 1988) olduğunu göstermekte ANOVA ile ulaşılan anlamlı olmayan farklılığı desteklemektedir. Bu bulgular yapay zekâ bağlamında teknolojik pedagojik içerik bilgisi düzeylerinin cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyine göre

değişmediğini, öğretmen adaylarının eğitsel amaçlı yapay zekâ kullanımı eğitimi almaları halinde bu eğitimlerini teknolojik pedagojik içerik bilgilerine cinsiyet, üniversite veya sınıf düzeylerinden bağımsız olarak yansıtabildiklerini kanıtlar niteliktedir. Ancak bu bulgu farklılık analiz ettiğinden aradaki ilişkiyi açıklamamaktadır. Aradaki ilişkilerin açıklanması için yapısal eşitlik modellemesine başvurulmuştur.

A.S.3. Yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgileri alt boyutları arasında belirlenen yollarla oluşturulan model anlamlı mıdır?

PLS-SEM ile aşağıda sıralanan hipotezler test edilmiş ve alt boyutların her birinin birbiri olan ilişkilerin anlamlı yollar oluşturup oluşturmadığı araştırılmıştır.

H1. YZ etik değerlendirme YZ teknolojik alan bilgisini pozitif yönde etkilemektedir.

H2. YZ etik değerlendirme YZ teknolojik pedagojik alan bilgisini pozitif yönde etkilemektedir.

H3. YZ etik değerlendirme YZ teknolojik pedagoji bilgisini pozitif yönde etkilemektedir.

H4. YZ teknolojik alan bilgisi YZ teknolojik pedagojik alan bilgisini pozitif yönde etkilemektedir.

H5. YZ teknoloji bilgisi YZ etik değerlendirmeyi pozitif yönde etkilemektedir.

H6. YZ teknoloji bilgisi YZ teknolojik alan bilgisini pozitif yönde etkilemektedir.

H7. YZ teknoloji bilgisi YZ teknolojik pedagoji bilgisini pozitif yönde etkilemektedir.

H8. YZ teknolojik pedagoji bilgisi YZ teknolojik pedagojik alan bilgisini pozitif yönde etkilemektedir.

Sıralanan hipotezlerin her biri Çelik'in (2023) çalışmasında denemiş olması YZ-TPAB kavramın her bir alt boyutunun birbiri ile olan ilişkisini kapsamı nedeniyle kurulmuştur. Yalnızca teknoloji bilgisi ile teknolojik pedagojik alan

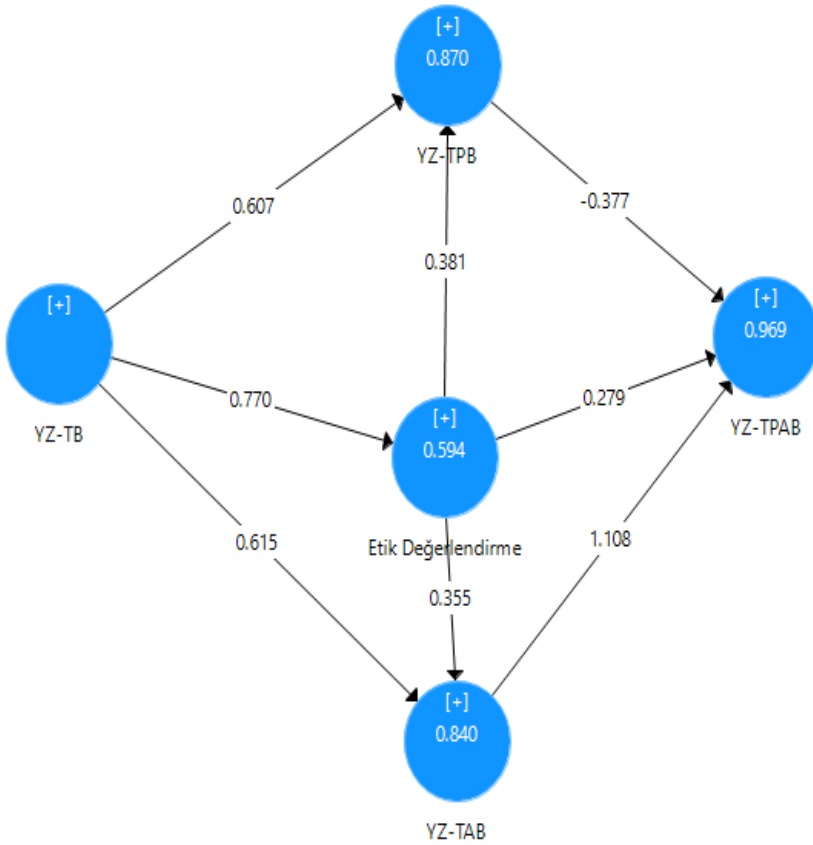
bilgisi arasında doğrudan bir ilişkiyi sınavan hipotez araştırmada raporlanan modelde yer almamaktadır. Bunun nedenlerinden ilki söz konusu hipotezin denendiği modelde anlamlı bir yol oluşturmaması ($p>0.05$) ikincisi ise etik değerlendirme boyutu üzerinden dolaylı bir yolun bu modelde yer almasıdır. Bu hipotezler çerçevesinde kurulan modelin ilk olarak geçerlik ve güvenirlik değerleri incelenmiştir. İlgili değerler Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. YZ-TPAB Modelin Geçerlik ve Güvenirlik Değerleri

	Cronbach's α	rho_A	CR	AVE
Etik Değerlendirme	0,904	0,914	0,906	0,708
YZ-TAB	0,902	0,905	0,903	0,699
YZ-TB	0,935	0,935	0,935	0,742
YZ-TPAB	0,945	0,947	0,945	0,713
YZ-TPB	0,940	0,942	0,940	0,693

Her bir ölçüme yönelik hesaplanan geçerlik ve güvenirlik değerlerinden Cronbach's α değeri iç tutarlılığa yönelik bilgi vermekte olup 0,90 değerinden büyük ya da eşit olması durumunda mükemmel güvenirlik olarak (Cronbach, 1951) yorumlanmaktadır. Ancak tek başına bu değer yeterli değildir. rho_A ve CR değerleri ile desteklenmelidir. rho_A değerinin 0,70'ten büyük olması ölçümün güvenilir olduğu yönünde yorumlanmakla birlikte bu değer Cronbach's α değerinden büyük olması çok daha iyi bir güvenirlik yönünde yorumlanmaktadır (Hair vd., 2017). Tablo 6 incelendiğinde her bir ölçümde rho_A değerinin Cronbach's α değerinden büyük ya da eşit olduğu görülmektedir. Composite reliability (CR) değeri güvenirlik ölçümünde değişkenlerin birbiri ile olan ilişkilerini de incelediğinden daha katı bir ölçüttür. CR> 0,70 ise ölçüm güvenilirdir denir ancak mükemmel güvenirlik için CR değerinin 0,90'dan büyük olması gerekir (Fornell ve Larcker, 1981). Bu model için hesaplan tüm CR değerleri 0,90'dan büyük olduğundan modelin mükemmel güvenirliğe sahip

olduğu söylenebilir. Ortalama varyans çıkarımı (AVE) geçerlik ölçütüdür ve gizil değişkenin açıklayabildiği varyans oranını gösterir. Bu değerin 0,50'den büyük ya da eşit olması beklenir (Fornell ve Larcker, 1981). Tablo 6 incelendiğinde tüm AVE değerlerinin en az 0,693 olduğu görülmektedir. Tüm bunlar ışığında elde edilen ölçümlerin model oluşturmak için geçerli ve güvenilir değişkenler ortaya çıkardığı söylenebilir. Bu noktada hipotezlerin test edilmesi için belirlenen yollardan oluşan model oluşturulmuş ve bu modele ilişkin yol katsayılarını ve yolları içeren model diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. PLS-SEM Diyagramı

Şekil 1’de sunulan diyagramda yer alan her bir yolun anlamlı olabilmesi için, yol katsayıları olan $|\beta| \geq 0,10$ olması beklenir (Hair vd., 2017). Ancak $\beta > 0,50$ ise ilişkinin güçlü olduğu kabul edilir (Hair vd., 2017). Değerin pozitif olması doğru orantılı bir değişim ilişkisini, negatif olması ters orantılı bir değişim ilişkisini belirtmektedir. Diyagramdaki her bir yol katsayısının mutlak değeri 0,10’dan büyüktür, çoğunluğu ise 0,50’den büyüktür. Bu durum yolların tanımladığı ilişkilerin çoğunluğunun güçlü olduğunu göstermektedir. Diyagramdaki yollarla yordanan her bir bağımlı değişkenin determinasyon katsayısı olan R^2 değerlerinin yorumlanmasında Chin (1998) tarafından önerilen aralıklar esas alınmıştır. Chin’e (1998) göre $R^2 \geq 0,75$ olduğunda çok güçlü açıklama değerini, $0,75 > R^2 \geq 0,50$ olduğunda orta düzey açıklama değerine ve $R^2 < 0,50$ olduğunda zayıf açıklama değerine yönelik yorum yapılmalıdır. Bu bakış açısıyla bakıldığında Etik değerlendirme değişkenini teknolojik bilgi değişkeni orta düzeyde ($R^2=0,594$) açıklamaktadır. Diğer bağımlı değişkenler olan YZ-TPB, YZ-TAB ve YZ-TPAB değişkenleri ise ilgili yollarla çok güçlü açıklanmaktadır ($R^2_{YZ-TPB}=0,870$; $R^2_{YZ-TAB}=0,840$; $R^2_{YZ-TPAB}=0,969$). Ancak modeldeki her bir değişkeni etkileyen, doğrudan çizilmemiş etkilerin de bu açıklayıcılıkta payı olabilir (Preacher ve Hayes, 2008). Örneğin YZ-TB ile YZ-TPAB arasında çizilmeyen doğrudan ilişki “Etik değerlendirme” değişkeni üzerinden etki etmiş olabilir. Bu nedenle modelin uyum değerleri ve rassal örneklemelerle test edilen bootstrapping sonuçları da incelenmelidir.

Tablo 7. Model Uyum İndeksleri

İndeks	Doygun model	Tahmin edilen model	Referans değer (Hu ve Bentler, 1999; Sarstedt vd., 2021)
SRMR	0,033	0,056	<0,08
d_ ULS	0,410	1,169	Düşük olmalı
d_ G	0,687	0,836	Düşük olmalı
χ^2	946,169	1.219,735	Düşük olmalı (PLS-SEM için ana ölçüt değildir)

NFI	0,886	0,853	0,80<NFI<0,90 (Orta düzey uyum)
-----	-------	-------	---------------------------------

SRMR değeri modelin veriyle iyi uyum gösterdiğini kanıtlamaktadır. NFI değeri ise modelin uygunluğunun orta düzeyde olduğunu ifade etmektedir. d_ULS değeri ağırlıksız en küçük kareler farkıdır ve bu değer ne kadar küçükse yapısal model ile ölçüm modeli arasındaki fark o kadar azdır ki bu istenen ve olumlu bir durumdur. d_G değeri modeldeki tahmini kovaryans matrisi ile gözlemlenen kovaryans matrisi arasındaki farkı ifade etmektedir ve iyi bir modelde bu değerinde küçük olması beklenir. χ^2 değeri PLS-SEM için çok önemli bir istatistik olarak ele alınmamakla birlikte küçüldükçe daha iyi uyum indeksleri olduğu ve bu nedenle küçük olması beklenmektedir. Bu bağlamlarda modelin uyum indekslerinin en az orta düzeyde olduğu görülmektedir.

Modelin tutarlı ve güvenilir olduğunu kanıtlamak amacıyla analiz programı tarafından üretilen, 500 kişilik bir veri setinden 5000 kez rastgele veri oluşturularak modelin denenmesi yöntemi olan Bootstrapping sonuçlarına göre, oluşturulan tüm yollar anlamlı çıkmıştır. Daha açık bir ifade ile rastgele 5000 kez denen model benzer sonuçlar üretmiş ve yolların tamamının anlamlı olduğu kanıtlanmıştır. İlgili bulgular hipotezler bağlamında Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Yol Katsayıları Bootstrapping Sonuçları

Hipotez	O	M	Ss	t	p	Sonuç
H1 Etik Değerlendirme-> YZ-TAB	0,349	0,344	0,053	6,527	0,000	Desteklendi
H2 Etik Değerlendirme-> YZ-TPAB	0,255	0,252	0,040	6,336	0,000	Desteklendi
H3 Etik Değerlendirme-> YZ-TPB	0,376	0,375	0,044	8,458	0,000	Desteklendi
H4 YZ-TAB -> YZ-TPAB	0,489	0,484	0,059	8,282	0,000	Desteklendi
H5 YZ-TB->Etik Değerlendirme	0,712	0,710	0,030	23,539	0,000	Desteklendi
H6 YZ-TB -> YZ-TAB	0,569	0,574	0,050	11,362	0,000	Desteklendi

H7	YZ-TB -> YZ-TPB	0,578	0,580	0,043	13,344	0,000	Desteklendi
H8	YZ-TPB -> YZ-TPAB	0,245	0,252	0,062	3,930	0,000	Desteklendi
O: Orijinal örneklem							
M: Örneklem ortalaması							

t değeri 1,96 değerinden büyük veya eşit olmalı (Hair vd., 2017) ancak 3,29 değerinin üzerindeki t değerleri yüksek düzeyde anlamlılığı işaret etmektedir. Tablo 8’de sunulan tüm t değerleri 3,29’un üzerindedir. Bu durumu anlamlılık düzeyleri de desteklemektedir ($p=0,000$). Sonuç olarak modelin denenmesi üzere belirlenen yollara ilişkin tüm hipotezler desteklenmiş bir başka ifade ile bu araştırmanın örneklemini özelinde doğrulanmıştır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Yapay zekâ eğitim ortamlarında oldukça güncel, yeni ve kullanımı yaygınlaşmakta olan bir teknolojidir. Yapay zekâ teknolojilerinin kullanıldığı eğitim ortamlarını oluşturmak ve yaygınlaştırmak için önemli mesleki eğitim kademelerinden birinin öğretmen eğitimi süreci olduğu açıktır. Bu çalışma kapsamında verilerin toplanmasında önceki süreçlerde, yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanımının öğretimi gerçekleştirilmiş ve ardından uygulamalı kullanım sağlanmıştır. İlk araştırma sorusu kapsamında tüm YZ-TPAB düzeylerinin orta düzey olduğu ($\bar{X}_{TB}=4,31$; $\bar{X}_{TPB}=4,68$; $\bar{X}_{TAB}=4,76$; $\bar{X}_{TPAB}=4,46$; $\bar{X}_{ETİK}=4,32$; $\bar{X}_{YZ-TPAB}=4,50$) bulgusuna ulaşılmıştır. Bu düzey öğretmen adaylarının aldığı eğitimden bağımsız düşünülemez. Bir başka ifade ile bu düzeylerin düşük olmamasının nedeni öğretmen adaylarının aldığı eğitimler olduğu söylenebilir. Ancak düzeylerin hiçbiri yüksek düzey değildir. Bu durumun kaynaklarına yönelik yorum yapmak gerekirse ilk akla gelen bu teknolojilerin çok yeni teknolojiler olması nedeniyle öğretmen adaylarının belki de günlük yaşamlarında yeterince kullanamadıkları bu nedenle yetkinliklerini geliştiremedikleri söylenebilir. Buna ek olarak öğretmen adaylarının tüm bu

boyutlarda kendilerini mesleki olarak geliştirecek başka ders veya eğitimler almaları gerekliliği açıktır. Öğretmen adaylarının yenilikleri benimsemelerine yönelik yapılan çalışmalardan biri olan (van den Berg vd., 2000) en yeni teknolojilere uyum sağlama düzeylerini orta düzeyde bulmuştur. Bu durum bu çalışmadaki orta düzey YZ-TPAB ve alt boyutlarının orta düzey olarak bulunmasını destekler niteliktedir. Düzeyden bağımsız olarak puanlar incelendiğinde aradaki farklar küçük olsa bile en düşük ortalama puanların teknoloji bilgisi ve etik değerlendirme puanları olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu teknolojilerin yeni olması sebebiyle teknoloji bilgilerinin diğer puanlardan daha düşük olması açıklanabilir bir durumdur. Etik değerlendirmeler puanının düşük olmasının temelinde yapay zekâ etiğine yönelik etik kaygılardan kaynaklanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Alanyazında yapay zekâyâ yönelik etik kaygıları raporlayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Ouchchy vd., 2020; Santosh ve Wall, 2022; Stahl, 2021). Bu çalışmanın veri toplama araçlarının etik değerlendirmelere yönelik maddeleri incelendiğinde öğretmen adaylarının yapay zekâ kullanımları sırasında eşitlik, adalet, karar verme ve sorumluluk alma noktalarında etik değerlendirmelerini sorgulamaktadır. Öğretmen adaylarının aldıkları eğitimler daha çok kullanıma yönelik olmakla birlikte bu üst düzey düşünme becerilerini geliştirecek uzun süreli bir eğitime gereksinim olduğu söylenebilir.

İkinci araştırma sorusu YZ-TPAB değişkenin cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyine göre anlamlı düzeyde farklılaşmadığı yönünde yanıtlanmıştır ($p>0,05$). Sunulan bulgular değişkenlerin ikili karşılaştırmalarında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını kanıtlar niteliktedir. 2x2x3 ANOVA ile üretilen analizin R^2 değerleri de %10'un altındadır. Bu bulgu en özet haliyle cinsiyet, üniversite ve sınıf düzeyinin YZ-TPAB üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı yönünde yorumlanabilir. Bu bulgu öğretmen eğitiminde sözü edilen üç değişkenin YZ-TPAB ve bu değişkene paralel sayılabilecek bazı değişkenlerin üzerinde farklılık

oluşturabileceği kabullerinin günümüzde geçerli olmadığını kanıtlar niteliktedir. Alanyazında geçmişte yürütülen bazı çalışmalar öğretmen eğitiminde okulu bırakma, yenilikçilik, teknoloji kaygısı, mesleki tutum, öğretmenlik öz yeterliği gibi değişkenlerin cinsiyet bağlamında farklılaştığını (Jones, 1989; Weiner, 2000; Zittleman ve Sadker, 2002) öne sürmekteyken güncel çalışmalar cinsiyet değişkeninin sözü edilen bağlamlarda anlamlı farklılık oluşturmadığını göstermektedir (Ghosh ve Sankar, 2024; Kreitz-Sandberg ve Lahelma, 2021). Benzer biçimde eski çalışmalar üniversite değişkeni bağlamında eğitimin niteliğinden etkilenen öz yeterlik, teknoloji kullanım becerileri, hazırbulunuşluk gibi değişkenlerin anlamlı farklılaştığını (Brouwer ve Korthagen, 2005; Evertson vd.; 1985; Labaree, 2008) ifade ederken güncel çalışmalar bu durum değiştiğini ve üniversite değişkeninin bu gibi değişkenlerde anlamlı farklılık oluşturmadığını (Altunova ve Kalender, 2022; Daza vd., 2021; Ning vd., 2024) kanıtlamıştır. Bu durum üniversite eğitimlerinin belirli bir standartta bulunduğu şeklinde yorumlanabilir. Benzer durum eğitimin nitelik ve miktarından etkilenen değişkenler bağlamında sınıf düzeyi değişkeni için de geçerlidir (Altunova ve Kalender, 2022; Evertson vd.; 1985). YZ-TPAB değişkeni alanyazında çok eski bir geçmişi olmayan bir değişkendir ancak alanyazında yapılan çalışmalarda benzer öğretmenlik becerilerini inceleyen çalışmalardaki zamansal değişim göz önüne alındığında, bu çalışmanın bulgularının alanyazın ile paralellik gösterdiği sonucuna varılabilir.

Üçüncü araştırma sorusu çerçevesinde sekiz farklı hipotez kurulmuş ve bu hipotezler bir model çerçevesinde ele alınmıştır. PLS-SEM analizi sonucunda modelin R^2 değerleri en az %59 açıklayıcılık göstermektedir. Yol katsayıları bootstrapping analizi ile test edilmiş ve anlamlı bulunmuştur ($t > 1,96$, $p < 0,001$). Ayrıca, SRMR değeri 0,033 olup modelin iyi uyum gösterdiğini desteklemektedir. Oluşturulan model kapsamında kurulan tüm ilişkiler anlamlı bir bütün oluşturulmuştur ($p < 0,001$). Model diyagramında belirlenen yolların

tamamının anlamlı ($|\beta| \geq 0,10$) genelinin güçlü ilişkiler gösterdiği ($\beta > 0,50$) görülmektedir. Hipotezler çerçevesinde çizilen yollardan biri hariç diğerlerinin β değerinin pozitif olduğu Şekil 1’de görülmektedir. Diyagramdaki negatif ilişki öğretmenlerin yapay zekâ teknolojik pedagojik bilgisindeki artışın yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgisinde azalışa neden olduğunu ifade etmektedir ($\beta = -0,377$). Bu durum gerek genel TPAB kuramı gerekse alanyazın bağlamında beklenen bir durum değildir. Öte yandan yapay zekâ teknolojik alan bilgisindeki artışın yapay zekâ teknolojik pedagojik alan bilgisinde oluşturduğu artış model diyagramındaki en güçlü ilişki olduğu görülmektedir ($\beta = 1,108$). Özetle diyagramdaki negatif ilişki anlamlıdır ve güçlüdür ancak bilimsel başka çalışmalarla doğrulanmaya ya da yanlışlanmaya gereksinim duyulmaktadır. Bu modeli Çelik (2023) çalışmasında denemiştir. Bu çalışmada Çelik’ten (2023) daha iyi uyum indeksleri, daha açıklayıcı R^2 değerleri, daha güçlü yollar ve daha güçlü bir model kurulmuştur. Her iki çalışmada da yaklaşık sayıda katılımcı ve aynı veri toplama aracı kullanılmasına karşın bu durumun nedenlerinden biri Çelik’in (2023) çalışmasında katılımcıların yaşlarının 29-38 aralığında olması yani bu çalışmanın katılımcılarının daha genç kuşaktan olan ve teknoloji yatkınlığı daha yüksek olan (Ayan, 2025; Moorhouse, 2024; Şengür ve Anagün, 2021) öğretmen adayları yürütülmesi olabilir. Ek olarak bu çalışmanın verilerinin daha güncel olması ve eğiticiler arasında yapay zekâ kullanımının kısa sürede yaygınlaşması öğretmen adaylarının YZ-TPAB yatkınlıklarını ya da hazırbulunuşluklarını da değiştirmiş olma olasılığı bulunmaktadır.

Özetle bu çalışmanın bulgularından hareketle, öğretmenlik mesleğinde yapay zekâ kullanımının yaygınlaşması sürecinin gerekli olduğu kadar zorlayıcı olmayacağı öngörülebilir. Demografik değişkenlerin anlamlı bir fark oluşturmaması da bu süreci kolaylaştıracaktır. Daha açık bir ifade ile demografik değişkenlere özgü tasarım gerektirmeyen bir sürecin planlama kolaylığı eğitimde yapay zekâ kullanımı eğitimlerini tasarlamada bir üstünlük olarak ele alınabilir.

Bu noktada çalışmanın öğretmen eğitimi süreçlerinin planlanması ya da iyileştirilmesi sürecinde işlevsel bulgular içerdiği açıktır. Bu çalışma YZ-TPAB olgusunun öğretmenlik programlarında eğitim görmekte olan öğretmen adaylarında nasıl gözlemlendiğinin ortaya çıkarılması genel amacı çerçevesinde ele alınmaktadır. Bu bağlamda öğretmenlik programlarının iyileştirilmesine yönelik çeşitli bulgular elde edildiği düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında eğitim fakültelerinin ortak misyonu olan çağdaş öğretmen yetiştirme hedefine katkı sunulacağı, uluslararası bağlamda yetkin öğretmenler yetiştirilmesinde gereken güçlü ve zayıf yönleriyle öğretmen yetiştirmede yapay zekâ eğitiminin entegrasyonuna yönelik bulgular oluşturulduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte çalışma kapsamında YZ-TPAB modelin yalnızca öğretmenler ile değil, yapay zekâ araçlarının kullanım eğitiminin ardından öğretmen adayları örnekleminde de denenerek kapsamının genişletildiği düşünülmektedir. Bu bağlamda gelecekteki araştırmalara hem kaynak olarak hem de veri toplama aracı olarak destek sunulacağı düşünülmektedir. Tüm bu açılardan bakıldığında bu araştırma; öğretmen yetiştirme, yapay zekâ teknolojilerinin eğitime entegrasyonu, ulusal ve uluslararası alanyazına önemli bulgular sunulması noktalarında önemli olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmanın iki üniversite ile sınırlı olduğunun göz önünde tutulması ve ulusal bağlamda daha kapsayıcı bir çalışma yürütülmesi önerilmektedir. Alanyazında yapay zekâ çalışmaları yaygınlaşmaktadır ancak K-12 düzeyinde yapay zekâ kullanımına yönelik öğretmenlerin ya da öğrencilerin katıldığı bir ihtiyaç analizi yapılması gerekmekte ve bu ihtiyaçlar temelinde öğretmen eğitiminde yapay zekâ eğitimi yeniden ele alınmalıdır. Görevdeki öğretmenlerin lisans eğitimlerinde yapay zekâ kullanımına yönelik bir eğitim almadıkları düşünüldüğünde mesleki gelişim etkinliklerinin de yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı bağlamında yeniden planlanması gerekliliği açıktır. Bu çalışmada verilen eğitimin ardında geliştirilen modelin başarılı olması, öğretmenlerin de böyle bir eğitimin sonunda YZ-TPAB

noktasında başarı elde edebilecekleri öngörülebilir. Bu çalışmanın öğretmenlerle tekrar edilmesi önerilebilir.

Çıkar Çatışması Bildirimi:

Bu çalışmada herhangi bir kişi, kurum veya kuruluş ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Destek/Finansman Bilgileri:

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği süreçlerin herhangi birinde başka kişi, kurum veya kuruluşlardan destek ya da finansman alınmamıştır.

Etik Kurul Kararı:

Bu çalışma, katılımcı bireylerden veri toplanması nedeniyle etik kurul kararı gerektirdiğinden, Adıyaman Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu tarafından 30.10.2024 tarih 132 nolu onayı çerçevesinde yürütülmüştür.

KAYNAKÇA

- Akbulut, Y. (2010). *Sosyal bilimlerde SPSS uygulamaları: Sık kullanılan istatistiksel analizler ve açıklamalı SPSS çözümleri*. İdeal Kültür Yayıncılık.
- Akgün, S. ve Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431-440.
- Altunova, N. ve Kalender, B. (2022). Öğretmen Adaylarının Kültürel Değerlere Duyarlı Eğitime Hazırbulunuşluk Düzeylerinin Belirlenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 119-135.
- Ayan, Ş. (2025). Öğretmenlerin Teknolojik Öz Yeterlilikleri. *Ulusal ve Uluslararası Sosyoloji ve Ekonomi Dergisi*, 5(8), 292-304.
- Brouwer, N. ve Korthagen, F. (2005). Can teacher education make a difference?. *American educational research journal*, 42(1), 153-224.
- Buckingham. (2022). *Developing the ethical framework for AI in education*. <https://www.buckingham.ac.uk/research-the-institute-for-ethical-ai-in-education/>.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (15. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G. ve Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28–47.
- Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern Methods for Business Research*, 295(2), 295-336.
- Choudhury, S., Deb, J. P., Pradhan, P. ve Mishra, A. (2024). Validation of the Teachers AI-TPACK Scale for the Indian Educational Setting. *International Journal of Experimental Research and Review*, 43, 119-133.
- Chiu, T. K. (2024). The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6187-6203.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. baskı). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Cun, A. ve Huang, T. (2024). Generative AI and TPACK in Teacher Education: Pre-service Teachers' Perspectives. *Exploring New Horizons: Generative Artificial Intelligence and Teacher Education*, 62.
- Çelik, İ. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468.
- Çelik, İ., Dindar, M., Muukkonen, H. ve Jarvela, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends*, 66, 616–630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Daza, V., Gudmundsdottir, G. B. ve Lund, A. (2021). Partnerships as third spaces for professional practice in initial teacher education: A scoping review. *Teaching and Teacher education*, 102, 103338.
- Evertson, C. M., Hawley, W. D. ve Zlotnik, M. (1985). Making a difference in educational quality through teacher education. *Journal of teacher education*, 36(3), 2-12.

- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G. ve Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5. baskı). SAGE Publications.
- Fornell, C. ve Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Ghosh, S. ve Sankar, C. S. (2024). Competency-Based Teacher Education in Gender and Inclusive Practices. *Social Science Journal for Advanced Research*, 4(5), 18-25.
- Hair, J.F., Hult, G.T.M., Ringle, C.M. ve Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage, Thousand Oaks, CA.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., ... Koedinger, K. R. (2021). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Huck, S.W. (2008). *Reading statistics and research* (5. baskı). Boston: Pearson.
- Jones, M. G. (1989). Gender issues in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 40(1), 33-38.
- Karasar, N. (2003). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Kim, S. W. (2024). Development of a TPACK Educational Program to Enhance Pre-service Teachers' Teaching Expertise in Artificial Intelligence Convergence Education. *International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology*, 14(1).
- Kim, S., Jang, Y., Choi, S., Kim, W., Jung, H., Kim, S. ve Kim, H. (2021). Analyzing teacher competency with TPACK for K-12 AI education. *KI-Künstliche Intelligenz*, 35(2), 139-151.

- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford Press.
- Kock, N. (2015). Common method bias in PLS-SEM: A full collinearity assessment approach. *International Journal of e-Collaboration (ijec)*, 11(4), 1–10.
- Koehler, M. ve Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Kreitz-Sandberg, S. ve Lahelma, E. (2021). Global Demands–Local Practices: Working towards Inclusion of Gender Equality in Teacher Education in Finland and Sweden. *Nordic Journal of Comparative and International Education (NJIE)*, 5(1), 50-68.
- Labaree, D. F. (2008). An uneasy relationship: The history of teacher education in the university. In *Handbook of research on teacher education* (ss. 290-306). Routledge.
- Leahy, S. ve Mishra, P. (2023). TPACK and the Cambrian explosion of AI. *İçinde Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (ss. 2465-2469). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Lee, S. C. ve Kang, K. (2024). The effect of ‘Integrated Science Logic & Essay’ class using generative AI on technological pedagogical and content knowledge (TPACK) of pre-service science teachers. *Journal of Curriculum Evaluation*, 27(1), 133-155.
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. *Contributions to Probability and Statistics*, 278-292.
- Mishra, P., Warr, M. ve Islam, R. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235-251.
- Moorhouse, B. L. (2024). Beginning and first-year language teachers’ readiness for the generative AI age. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100201.
- Ning, Y., Zhang, C., Xu, B., Zhou, Y. ve Wijaya, T. T. (2024). Teachers’ AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. *Sustainability*, 16(3), 978.
- Ouchchy, L., Coin, A. ve Dubljević, V. (2020). AI in the headlines: the portrayal of the ethical issues of artificial intelligence in the media. *AI & society*, 35, 927-936.

- Popenici, S. A. ve Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>
- Preacher, K. J. ve Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, 40(3), 879-891.
- Ringle, C. M., Sarstedt, M., Sinkovics, N. ve Sinkovics, R. R. (2023). A perspective on using partial least squares structural equation modelling in data articles. *Data in Brief*, 48, 109074.
- Santosh, K. C. ve Wall, C. (2022). AI and ethical issues. In *AI, Ethical Issues and Explainability—Applied Biometrics* (pp. 1-20). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Sarstedt, M., Ringle, C. M. ve Hair, J. F. (2021). Partial least squares structural equation modeling. İçinde *Handbook of market research* (ss. 587-632). Cham: Springer International Publishing.
- Seufert, S., Guggemos, J. ve Sailer, M. (2021). Technology-related knowledge, skills, and attitudes of pre-and in-service teachers: The current situation and emerging trends. *Computers in Human Behavior*, 115, 106552. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106552>
- Sönmez, V. ve Alacapınar, F.G. (2013). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri* (2. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Stahl, B. C. (2021). Ethical issues of AI. *Artificial Intelligence for a better future: An ecosystem perspective on the ethics of AI and emerging digital technologies*, 35-53.
- Sun, J., Ma, H., Zeng, Y., Han, D. ve Jin, Y. (2023). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1509-1533.
- Şengür, S. ve Anagün, S. (2021). Sınıf öğretmenlerinin bilişim teknolojileri kullanım düzeyleri ve eğitimde Web 2.0 uygulamaları. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 6(2), 128-150.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6. baskı). Pearson.

- van den Berg, R., Slegers, P., Geijsel, F. ve Vandenberghe, R. (2000). Implementation of an innovation: Meeting the concerns of teachers. *Studies in Educational Evaluation*, 26(4), 331-350.
- Wang, Y., Liu, C. ve Tu, Y. F. (2021). Factors affecting the adoption of AI-based applications in higher education. *Educational Technology & Society*, 24(3), 116-129.
- Weiner, G. (2000). A critical review of gender and teacher education in Europe. *Pedagogy, Culture and Society*, 8(2), 233-247.
- Zittleman, K. ve Sadker, D. (2002). Gender bias in teacher education texts: New (and old) lessons. *Journal of Teacher Education*, 53(2), 168-180.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In recent years, the integration of artificial intelligence (AI) into educational settings has transformed teaching and learning processes. However, the effectiveness of AI-based tools in education depends largely on teachers' ability to integrate these technologies into their pedagogical practices. The Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework has been widely used to analyze teachers' competencies in using technology effectively for educational purposes. Besides, teachers need to develop their technology use skills, to integrate these use skills into their content knowledge and pedagogical expertise and skills when each current and trend technology gets a place in educational settings. This study extends the TPACK model by incorporating an ethical evaluation dimension, leading to the development of the AI-TPACK framework. In literature, approximately each study on AI highlights ethical issues during AI use. For this reason, using AI covers an ethical factor. Because of this, considering ethical use issues is important when extending TPACK by AI. The research aims to assess pre-service teachers' AI-based technological pedagogical content knowledge (AI-TPACK) and examine whether their competency levels, the scores vary based on demographic variables such as gender, university, and grade level. Additionally, it explores the interrelations between AI-TPACK sub-dimensions.

Method

This study employs a quantitative research design using a combination of single, causal-comparative, and correlational survey methods. The sample of this study was chosen in the frame of criterion-based sampling. A total of 276 pre-service teachers from two different universities participated in the study. Data were collected using the AI-TPACK scale developed by Celik (2023), which measures five key dimensions: AI Technology Knowledge, AI Technological Pedagogical Knowledge, AI Technological Content Knowledge, AI Technological Pedagogical Content Knowledge, and Ethics. The first research question was addressed by calculating descriptive statistics for each AI-TPACK sub-dimension. The second research question was examined using a 2x2x3 ANOVA to determine whether AI-TPACK levels differed significantly based on gender, university, or grade level. Finally, the third research question was analyzed using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) to investigate the relationships among AI-TPACK dimensions.

Findings

The findings revealed that pre-service teachers' AI-TPACK levels were generally at a moderate level ($3 < \bar{X} < 4,99$). Among the sub-dimensions, the highest mean score was observed in AI Technological Content Knowledge ($\bar{X} = 4,76$), whereas the lowest scores were recorded in AI Technology Knowledge ($\bar{X} = 4,31$) and Ethical Evaluation ($\bar{X} = 4,32$). These results suggest that while pre-service teachers have a foundational understanding of AI applications in their respective subject areas, their overall technological proficiency and ethical awareness require further development.

The ANOVA results indicated that AI-TPACK scores did not differ significantly based on gender, university, or grade level ($p > 0,05$). This suggests that demographic variables do not play a crucial role in shaping pre-service teachers' AI-related competencies, implying a relatively homogeneous distribution of AI-TPACK skills among the participants.

Eight different hypotheses were generated in the scope of third research question. These hypotheses covered relations among all each variable. Considering relations on the other variable may be occurred, the hypotheses were tested by conducting PLS-SEM. The PLS-SEM analysis confirmed the validity and reliability of the AI-TPACK model ($\alpha_{\min}=0,902$; $AVE_{\min}=0,693$; $|\beta| \geq 0,10$; $R^2_{\min}=0,594$; $SRMR=0,033$; $p=0,000$). All paths in the structural model were found to be statistically significant, with the relationships between AI Technology Knowledge and Ethical Evaluation ($\beta = 0,712$, $p = 0,000$), AI Technological Content Knowledge and AI Technological Pedagogical Content

Knowledge ($\beta = 0,489$, $p = 0,000$), and AI Technological Pedagogical Knowledge and AI Technological Pedagogical Content Knowledge ($\beta = 0,245$, $p = 0,000$) being the strongest. These results indicate that AI-related competencies are interdependent and that ethical considerations are crucial in integrating AI into teaching practices.

Results and Discussion

The study highlights the growing importance of AI in teacher education and underscores the need for structured training programs that enhance teachers' AI-TPACK levels. The moderate AI-TPACK scores suggest that pre-service teachers require additional training to fully integrate AI tools into their pedagogical practices. The non-significant differences across demographic variables indicate that AI-related competencies are not inherently linked to gender, university, or grade level, reinforcing the notion that AI training should be universally accessible to all pre-service teachers.

The PLS-SEM results confirm that ethical considerations play a pivotal role in AI integration. This finding aligns with previous research (Mishra et al., 2023; Cun & Huang, 2024), which emphasizes the necessity of ethical AI training in teacher education. Given the rapid advancements in AI technology, it is essential to integrate AI-related ethical discussions into teacher preparation programs.

In conclusion, this study contributes to the ongoing discourse on AI in education by introducing an expanded AI-TPACK framework that incorporates ethical evaluation. The findings provide valuable insights for educators, policymakers, and curriculum developers aiming to enhance AI literacy among future teachers. Future research should explore AI-TPACK development through longitudinal studies and qualitative investigations to further understand the practical implications of AI integration in education.