

Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlilik Ölçeği: Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışması*

İbrahim Serdar Kızıltepe**, Tezcan Kartal***

Makale Geliş Tarihi: 01/07/2025

Makale Kabul Tarihi: 16/01/2026

DOI: 10.35675/befdergi.1731440

Öz

Fen öğretiminde teknoloji kullanımının öğretmenlerin yeterlilik algılarıyla doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir. Teknolojik bilgisi ve öz yeterliği yüksek öğretmenler, sınıflarında daha etkili bir öğretim ortamı sağlayarak öğrencilerin öğrenme sürecini destekleyebilirler. Bu bağlamda, "Teknoloji ile Fen Öğretimi İçin Yeterlilik Ölçeği", öğretmen adaylarının fen öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin inançlarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Ölçek geliştirme süreci titizlikle ve sistematik bir şekilde yürütülmüştür. Veriler, basit seçkisiz örnekleme yöntemi ile üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarından elde edilmiştir. Ölçme aracının faktör yapısını belirlemek için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Faktör analizleri sonucunda ölçme aracının iki faktörden oluştuğu sonucuna varılmıştır. Araştırma sonuçları, geliştirilen ölçeğin öğretmen adaylarının teknolojiyle fen öğretiminde geçerli ve güvenilir bir şekilde yeterlilik inançlarını (teknoloji ile fen öğretimi öz yeterliği ve teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi) ölçmek için kullanılabileceğini göstermektedir. Bu ölçek, öğretmen adaylarının fen öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin yeterlilik inançlarını değerlendirmede ve bu inançları geliştirmede önemli bir araçtır.

Anahtar Kelimeler: Fen öğretimi, teknoloji kullanımı, yeterlik

Efficacy Scale for Teaching Science with Technology: A Validity and Reliability Study

Abstract

It is known that the use of technology in science teaching is directly related to teachers' perceptions of efficacy. Teachers with high technological knowledge and self-efficacy can support students' learning process by providing a more effective teaching environment in their classrooms. In this context, the "Efficacy Scale for Teaching Science with Technology" aims to measure pre-service teachers' beliefs about the use of technology in science teaching. It consists of two factors: self-efficacy and outcome expectation. The scale development process was

* Bu çalışma birinci yazarın, "Fen bilgisi öğretmen adaylarında teknoloji destekli laboratuvar uygulamalarının kavram yanılgılarına ve öz yeterlik inançlarına etkisi: Kuvvet ve hareket konusu" adlı doktora tezinden üretilmiştir.

** Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, serdar.kiziltepe@gmail.com, ORCID:0000-0002-6210-5372 

*** Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kırşehir, Türkiye, tkartal@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7609-3555 
Kaynak Gösterme: Kızıltepe, İ. S., & Kartal, T. (2026). Teknoloji ile fen öğretimi yeterlilik ölçeği: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(49), 204-234.

carried out rigorously and systematically. The data were collected from pre-service teachers studying in the third and fourth grades via the simple random sampling method. Exploratory and confirmatory factor analyses were performed to determine the factor structure of the measurement tool. As a result of the factor analyses, it was concluded that the measurement tool consisted of two factors. The research results show that the developed scale can be used to measure the efficacy beliefs (self-efficacy for teaching science with technology and outcome expectancy for teaching science with technology) of pre-service teachers in teaching science with technology validly and reliably. This scale is an essential tool in assessing the efficacy beliefs of pre-service teachers regarding the use of technology in science teaching and in developing these beliefs.

Keywords: *Efficacy, science teaching, use of technology*

Giriş

Teknoloji alanındaki hızlı değişimler, teknolojiyle ilgili sürekli ve sürdürülebilir mesleki gelişim fırsatlarına bağlılığı gerekli kılmaktadır (Annetta vd., 2013). Teknolojinin eğitim ortamlarına entegrasyonu zamanla gelişmiştir ve öğretim yöntemleri de bu teknolojik yeniliklere paralel olarak çeşitlenmiştir (Shertzer, 2023). Öğretmenlerin değişen teknolojiye uyum sağlayabilmesi için mesleki gelişim programlarının güncel ve uygulamalı olması önem taşımaktadır. Bu bağlamda, öğretmen ve öğretmen adaylarının sınıflarda teknoloji kullanımlarına yönelik öz-yeterliliklerinin araştırılması önemli bir konu haline gelmiştir (Menon vd., 2019; Wang, Ertmer & Newby, 2004). Özellikle, öğretmenlerin teknolojiyi fen öğretiminde etkili bir şekilde kullanabilmeleri, onların hem teknolojiye hem de fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının güçlü olmasını gerektirmektedir. Çünkü öğretmenlerin yeterlik algıları, yeni teknolojileri sınıf ortamına entegre etme motivasyonlarını ve bu süreçte karşılaştıkları zorlukları aşma becerilerini doğrudan etkilemektedir (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Bu bağlamda, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik yeterlik algıları, fen öğretiminde yenilikçi yaklaşımların benimsenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Teknolojinin fen eğitimine entegrasyonu hem etkili öğretim uygulamalarını hem de güçlü öğretmen öz yeterliğini teşvik etmek için esastır. Araştırmalar, daha yüksek öz yeterlilik düzeyine sahip öğretmenlerin teknolojiyi etkili bir şekilde entegre etme, öğrenci merkezli öğrenme stratejileri uygulama ve anlamlı, teknolojiyle zenginleştirilmiş öğrenme deneyimleri yaratma olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Bandura, 1997; Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Foulger vd., 2017; Koehler & Mishra, 2009; Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Buna karşılık, teknoloji destekli fen öğretiminde düşük öz yeterlilik, dijital araçları kullanma konusunda isteksizliğe, geleneksel öğretim yöntemlerine güvenmeye ve öğrencilerin fen öğrenimine katılımının azalmasına yol açabilir (Ertmer vd., 2012; Kim vd., 2013).

Öğretmen yetiştirme programlarının bu inançları şekillendirmede önemli bir rol oynadığı göz önüne alındığında, fen öğretmen adaylarının teknolojiyle fen öğretmedeki yeterliliklerini değerlendirmek, destek alanlarını belirlemek ve

hedeflenen mesleki gelişimi tasarlamak için önemlidir (Abbitt, 2011; Mama & Hennessy, 2013). Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonuna artan vurguya rağmen, özellikle fen öğretmen adaylarının teknolojiyle fen öğretme konusundaki yeterliliklerine ilişkin inançlarını değerlendirmek için tasarlanmış geçerli ve güvenilir ölçme araçlarının eksikliği dikkat çekmektedir. Böyle bir araç olmadan, öğretmen adaylarının teknolojiyi etkili bir şekilde entegre etmeye veya teknoloji destekli öğretim yeterliliklerini artıran amaçlı müdahaleler tasarlamaya hazır olup olmadıklarını değerlendirmek zordur. Buradan yola çıkarak bu çalışmada, fen öğretmen adaylarının teknolojiyle fen öğretimi konusundaki yeterlilik inançlarını ölçen güvenilir ve geçerli bir ölçeğin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu araç, öğretmen yetiştirme programlarına ilişkin içgörüler sağlayacak, mesleki gelişim girişimlerini bilgilendirecek ve fen öğretiminde teknoloji entegrasyonunun iyileştirilmesine yönelik katkıda bulunacaktır.

Teknoloji ile Fen Öğretimi Öz Yeterliği

Bandura (1997), öz-yeterliği, belirli çıktıları elde etmek için gerekli eylemleri organize etme ve gerçekleştirme konusunda kişinin yeteneklerine olan inancı olarak tanımlamaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalar (Kartal & Dilek, 2021a; Kartal vd., 2022; Menon vd., 2020) öğretmen adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inançları üzerinde diğer bazı değişkenlerin katkısını anlamak için Bandura'nın (1997) özyeterlik çerçevesini kullanmıştır. Fen öğretiminde özyeterlik, eğitim öğretim süreci için etkili bir yapı olarak kabul edilmektedir. Öğretmenlerin kendilerine duydukları güven ve mesleki yeterlik algıları, dersleri nasıl işleyeceklerini ve kullanacakları öğretim yöntemlerini doğrudan etkiyebilmektedir. (Enochs & Riggs, 1990). Öğretmen öz-yeterliği üzerine yapılan araştırmalar, yüksek öz-yeterliğe sahip öğretmenlerin öğretmeye motive olduklarını ve kendilerini öğrencilerine karşı sorumlu hissettiklerini göstermektedir. Fen öğretimi özyeterlik inancının iki boyutta ele alındığı görülmektedir. *Kişisel fen öğretimi yeterliliği*, öğretmenin fen öğretimi davranışlarını gerçekleştirme yeteneğine olan inancını ifade ederken; *fen öğretimi sonuç beklentisi* öğretmenin öğrencilerin aileleri, sosyoekonomik durumları veya okul koşulları gibi dış faktörler göz önüne alındığında fen öğrenebileceklerine dair inancını yansıtmaktadır (Rigg & Enochs, 1990). Günümüzde teknolojik değişim ve gelişimlerin hızı ve önemi dikkate alındığında teknolojinin öğretime entegre edilmesi şüphesiz etkili bir fen öğretimi için de hayati bir gereklilik olmuştur.

Teknolojinin fen eğitimine entegrasyonu, daha etkileşimli, sorgulamaya dayalı ve öğrenci merkezli öğrenme ortamları sağlayan modern öğretim uygulamalarının temel bir bileşeni haline gelmiştir (Kartal & Dilek, 2021b; Koehler & Mishra, 2009; Liu vd., 2020). Araştırmalar, teknoloji destekli sorgulamaya dayalı öğrenmenin, öğrencilerin değişkenleri manipüle etmelerini ve gerçek zamanlı etkileri geleneksel yöntemlerin yapamadığı şekillerde gözlemlenmelerini sağlayarak daha derin kavramsal anlayışı teşvik ettiğini göstermektedir (Liu vd., 2011). Simülasyonlar, sanal laboratuvarlar ve etkileşimli modeller gibi dijital araçlar, öğrencilerin karmaşık bilimsel kavramları

görselleştirmesine olanak tanır ve soyut fikirleri daha somut ve erişilebilir hale getirir (Hennessy vd., 2006). Ek olarak, teknoloji çeşitli öğrenci ihtiyaçlarına ve öğrenme hızlarına hitap eden uyarlanabilir öğrenme ortamları sağlayarak farklılaştırılmış eğitimi kolaylaştırır (Chiu & Churchill, 2015). Dahası, işbirlikçi dijital platformlar, 21. yüzyıl bilimsel okuryazarlığı için gerekli olan bilimsel söylemi, eleştirel düşünmeyi ve problem çözme becerilerini teşvik eder (Bell, 2010). Teknolojik araçlar gelişmeye devam ettikçe, fen öğretmenlerinin öğrenci katılımını, kavramsal anlayışı ve sorgulamaya dayalı öğrenmeyi geliştirmek için teknolojiyi öğretimlerine etkili bir şekilde dahil etmeleri beklenmektedir (Ingram vd., 2024; Koehler & Mishra, 2009; Liu vd., 2020; Wang vd., 2004).

Teknolojinin fen eğitimine başarılı bir şekilde entegre edilmesi yalnızca dijital araçlara erişime bağlı değildir; ayrıca fen öğretmenlerinin teknolojiyi kullanarak fen öğretme yetenekleri konusunda güçlü öz yeterlilik inançları ve teknolojiye dair iyi bilgi düzeylerine sahip olmalarını da gerektirir (Bandura, 1997; Ertmer vd., 2010; Muslimin vd., 2022). Öğretmenlerin teknolojiyi kullanma konusundaki inançları, teknolojiyi ne kadar etkili kullanacaklarının bir göstergesi olabilir (Lee & Tsai, 2010; Muslimin vd., 2022). Teknoloji özyeterliliği ile fen öğretimi yeterlik inançları arasındaki ilişki, öğretmen adaylarının teknoloji destekli sınıflarda etkili öğretim yapabilme kapasitelerini anlamak açısından kritik öneme sahiptir. Literatür (Annetta vd., 2013; Ingram vd., 2024; Kartal & Dilek, 2021b; Kartal vd., 2022; Menon vd., 2020; Pradana vd., 2024; Timur & Taşar, 2021), bu iki kavram arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir; yani, teknoloji kullanımına yönelik yüksek özyeterlilik inancına sahip öğretmen adayları, fen öğretiminde teknolojiyi daha etkili bir şekilde entegre edebilmekte ve bu da genel öğretim yeterliklerini artırmaktadır. Araştırmalar, daha yüksek öz yeterliğe sahip kariyerinin başındaki öğretmenlerin teknolojiyle denemeler yapmaya ve öğretimlerini öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde uyarlamaya daha istekli olduklarını göstermektedir (Abbitt, 2011; Mama & Hennessy, 2013). Öğretmen öz yeterliliği, özellikle teknoloji destekli fen eğitiminde, öğretim seçimlerini, zorlukların üstesinden gelmedeki ısrarcılığı ve yeni pedagojik yaklaşımları benimseme isteğini etkiler (Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Ayrıca, yüksek öz yeterlilik düzeyine sahip öğretmenlerin teknolojiyi etkili bir şekilde entegre etme, öğrenci merkezli yaklaşımlar kullanma ve ilgi çekici öğrenme ortamları yaratma olasılıklarının daha yüksek olduğu bilinmektedir (Foulger vd., 2017; Kim vd., 2013; Sumi & Shaikh, 2021).

Teknoloji entegrasyonuna ilişkin inanç literatürü incelendiğinde ise çalışmaların çoğunlukla teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ile ilgili olduğu görülmektedir (Abbitt, 2011; Özyalçın Oskay, 2017; Timur & Taşar, 2021; Zeng vd., 2022). Abbitt'in (2011) TPAB'ın farklı bileşenlerinde algılanan bilginin, teknoloji entegrasyonuna yönelik özyeterlilik inançlarıyla pozitif yönde ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Özyalçın Oskay (2017) öğretmenlerin eğitim teknolojisi standartlarına ilişkin özyeterlilik inançları ile TPAB düzeylerini incelemiş ve bu iki değişken arasında orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki bulmuştur. Zeng ve diğerleri (2022)

tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında öğretmenlerin bilgi teknolojisi entegrasyonu özyeterliliği ile TPAB arasındaki pozitif ilişkiyi doğrulamış ve bu iki değişken arasındaki ilişkinin ölçüm araçları, kariyer aşamaları ve disiplinler gibi faktörlere göre farklılık gösterebileceğini belirtilmiştir. Timur ve Taşar (2021) teknoloji destekli öğretimlerin fen öğretmen adaylarının TPAB özgüvenlerini ve fen öğretiminde bilgisayar kullanımına yönelik özyeterlik inançlarını geliştirdiğini göstermiştir. Bu çalışma, teknoloji destekli öğretimlerin, öğretmen adaylarının hem teknolojiye olan güvenlerini hem de fen öğretimindeki yeterliklerini artırmada etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Aydemir ve Demirkan (2024) tarafından yapılan çalışmada, dijital materyal uygulamalarının öğretmen adaylarının eğitim teknolojisi standartlarıyla ilgili öz yeterliliklerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Öğretmen adaylarının dijital araçlarla etkileşimin öz yeterliliklerini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca katılımcıların pedagojik ve teknolojik becerilerde, yaratıcı düşünmede ve mesleki güvenlerinde iyileşmeler olduğunu bildirmiştir. Zhang ve diğerleri (2023), özyeterlik inançlarının bilgi-iletişim-teknolojisi yeterliliklerini doğrudan etkilemediğini, ancak hedef belirleme stratejileri tarafından aracılık edildiğini gösterdi. Çalışma, bilgi-iletişim-teknolojileri yeterliliklerini geliştirmenin karmaşıklığını ve öz-düzenlemeli öğrenme süreçlerinin önemini vurgulamaktadır. Pradana ve diğerleri (2024) öğretmen adaylarının çeşitli sınıf ortamlarında öğretim teknolojisini kullanmada öz yeterliliklerini artırma deneyimlerini incelemiştir. Çalışma, teknoloji tabanlı öğrenme etkinlikleri tasarlamak, öğrenci özerkliğini teşvik etmek ve akran katılımını desteklemek gibi temaları belirlemiştir. Teknolojik öz yeterliliği geliştirmede uyum, yenilikçilik ve iş birliğinin rolü vurgulanmıştır. Portaro ve diğerleri (2024) öğretmen adaylarının teknoloji entegrasyonuna yönelik öz yeterlilikleri ile öğretimde teknoloji kullanımının planlanmış düzeyleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu ilişki hakkında kesin bir sonuca varılamamış olsa da katılımcılar uygulamalı deneyimlerin ve teknolojik pedagojik bilgi üzerine eğitimin öz yeterliliklerini ve planlanmış teknoloji entegrasyonunu artırabileceğini belirtmişlerdir.

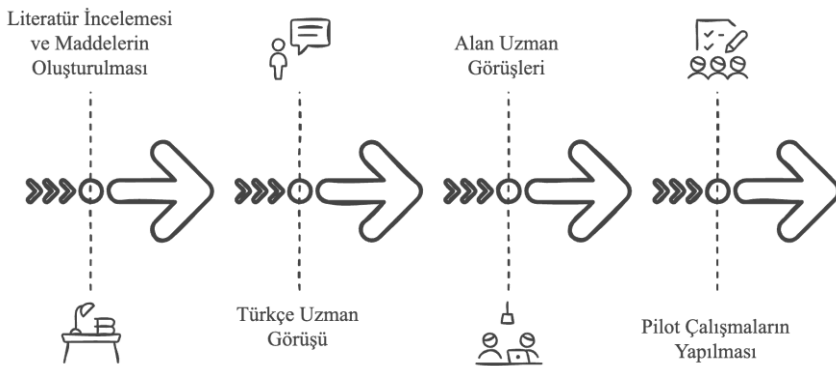
Kartal ve Dilek (2021b), teknoloji destekli bir fen öğretim yöntemleri dersinde fen öğretmen adaylarının TPAB gelişimini incelemiştir. Fen öğretmen adaylarının TPAB'larını, özellikle sorgulamaya dayalı ve öğrenci merkezli öğrenmeyi kolaylaştırmak için teknolojiyi entegre etme konusundaki güvenlerini önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir. Ingram ve diğerleri (2024) ilkökul öğretmen adaylarında teknoloji entegrasyonunun fen öğretimi yeterliliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Mesleki gelişim atölyelerine katılan ve staj ortamlarında ders planları uygulayan ilkökul öğretmen adayları, kişisel fen öğretimi yeterliğinde ve fen öğretimi sonuç beklentisinde önemli artışlar göstermişlerdir. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik özyeterlik inançlarının, fen öğretimi yeterlikleriyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, öğretmen yetiştirme programlarının, adayların teknoloji entegrasyonuna yönelik hem bilgi hem de

güvenlerini artıracak şekilde tasarlanması, fen eğitiminde teknolojinin etkili kullanımını teşvik edeceğini söylemek mümkündür.

Teknoloji ile öğretim yapmaya ilişkin inançların önemi ve bu inançların mesleğin ilk yıllarından da önce öğretmen eğitim programları sürecinde şekillenmiş olması öğretmen adaylarının özyeterlik inançlarının incelenmesinin önemini açığa çıkarmaktadır. Birçok çalışmada, öğretmen adaylarının fen öğretim yöntemleri veya eğitim teknolojisi dersleri bağlamında teknolojiye yönelik özyeterlik inançları incelenmiştir (Kartal vd., 2022; Menon vd., 2020). Fen eğitimcilerinin öğretmen adayları için eğitim programlarında köklü değişiklikler yaparak, mobil teknolojilerle fen öğretme ve öğrenme konusunda öğretmenlerin yeterliliklerini artırmaları gerektiğini vurgulamaktadır (Menon vd., 2020). Ertmer ve diğerleri (2003), öğretmen adaylarının sınıfta teknoloji kullanımına dair iyi örnekleri gözlemleyerek güven ve özyeterliklerini artırdığını belirtmektedir. Bu özyeterlik artışı, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımına dair becerilerini geliştirirken, onları bu konuda daha etkin ve kendine güvenen hale getirebilir. Ancak bu özyeterlik artışıdaki değişim ve özyeterlik gelişimine yönelik yapılan uygulamaların etkisinin değerlendirilebilmesi öğretmen adaylarının inanç değişimlerini izleyen bir ölçme aracı ile mümkündür.

Ölçme Aracının Geliştirilme Süreci

Bu bölümde Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlik Ölçeği'nin (TFÖYÖ) geliştirilme süreci ele alınmıştır. Ölçme aracı, 7'li Likert olacak şekilde belirlenmiştir. Bu hem daha hassas (DeVellis & Thorpe, 2021) ölçümlerin yapılabilmesi hem de hedef grup tarafından yanıtlamayı kolaylaştırmak için tercih edilmiştir. Likert ölçekler, öğretmen adaylarının görüşleri, inançları ve tutumlarını ölçmede yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (DeVellis & Thorpe, 2021). Ölçme aracı iki faktör (teknoloji ile fen öğretimi özyeterliği ve teknoloji ile fen öğretimi sonuç beklentisi) ve 30 maddeden



oluşmaktadır. Ölçme aracının geliştirme süreci şekil 1'de özetlenmiştir.

Şekil 1. Ölçme aracının geliştirme basamakları

İlgili literatürün taranması ve maddelerin oluşturulması: Ölçme aracı geliştirmenin ilk adımında, yapının güçlü bir teorik temele dayandırılmış ve konu açıkça tanımlanarak bu konuya yönelik ölçme aracının literatürde bulunup bulunmadığı kontrol edilmiştir (Bandalos, 2018). Bu ölçek, yeterlik inançlarının bireylerin görevleri yerine getirirken motivasyonunu, çabasını ve azmini etkilediğini öne süren Bandura'nın (1997) özyeterlik teorisine dayanmaktadır. Fen eğitimi bağlamında özyeterlik, fen öğretmen adaylarının fen içeriğini etkili bir şekilde öğretme ve öğrenci öğrenmesini kolaylaştırmak için pedagojik stratejileri kullanma yeteneklerine olan güvenlerini ifade eder (Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Yapıyı iyileştirmek için fen eğitimde öz yeterliliği ölçen önceki ölçme araçları (Enochs & Riggs, 1990; Menon vd., 2020; Rigg & Enoch, 1990; Tschannen-Moran & Hoy, 2001) ve teknoloji entegrasyonuna yönelik özyeterlik ölçekleri (Wang vd., 2004) üzerinden kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Fen öğretimi ve teknoloji kullanımı öz yeterliliği ölçen mevcut araçların gözden geçirilmesi, yeni ölçeğin önceki araştırmalardaki boşlukları ele alırken ilgili temaları da içermesini sağlamıştır. Çalışmalar genelinde ortak temaların (örneğin, teknoloji yeterliliği, özyeterlik, sonuç beklentisi) belirlenmesi ile ölçeğin teknolojiyle fen öğretimi yeterlilik kapsamının tamamını içermesi sağlanmıştır. Literatür taraması ile ölçeğin boyutları için teorik gerekçeler oluşturmuş ve teknolojiyle zenginleştirilmiş fen sınıflarında öğretmen yeterliliğini etkileyen temel yapıları belirleyerek madde havuzu oluşturulmuştur. Yapı tanımlandıktan sonra, Likert ölçme aracı için maddeler geliştirilerek 75 maddelik bir madde havuzu oluşturulmuştur. Bu madde havuzu araştırmacılar tarafından düzenlenerek dil kontrolü için Türkçe uzmanına gönderilmiştir.

Türkçe uzman görüşü: Bu aşamada 75 madde Türkçe dil uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Türkçe dil uzmanının görüşlerini almak, ölçek maddelerinin dilsel açıklığını, dilsel uygunluğunu ve kültürel ilgi düzeyini sağlamada kritik bir adımdır (DeVellis & Thorpe, 2021; Polit & Beck, 2006). Dil uzmanı (i) dilbilgisi, yazım, cümle yapısı ve açıklığı değerlendirmek için ölçek maddelerini dikkatlice incelemiş ve ifadelerin Türkçe açısından akıcı ve anlaşılır olup olmadığını (Bandalos, 2018; Hambleton & Kanjee, 1995), (ii) farklı maddelerde kullanılan terimlerin ve ifadelerin tutarlı ve ölçeğin teorik çerçevesiyle kavramsal olarak uyumlu olup olmadığını (Boateng vd., 2018), (iii) kullanılan dilin kültürel açıdan uygun olup olmadığını ve herhangi bir terim veya ifadenin öğretmen adayları açısından anlamlı hale getirilmesi için yeniden ifade edilmesi veya yerleştirilmesi gerekip gerekmediği (Kızıltepe & Kartal, 2025; Polit & Beck, 2006), (iv) maddelerin hedeflenen amaçlarını değiştirmeden anlaşılabilirliğini ve okunabilirliğini artırmak için gerekli değişiklikleri önermiş ve bu çerçevede bu öneriler yapılarak adımlar tamamlanmıştır. Bu adımlar sonrasında dil uzmanı tarafından madde havuzundaki bazı maddelerin farklı kelimelerle benzer anlamı ifade ettiği belirtilmiştir. Bu geri bildirim doğrultusunda araştırmacılar ve Türkçe uzmanı bir araya gelerek ölçme aracının doğası korunacak şekilde benzer ifadeler madde havuzundan çıkartılmıştır. Bu işlem sonrasında madde havuzu 65 madde olarak revize edilmiştir. Daha sonra ölçme aracı, alan uzmanlarına gönderilmiştir. DeVellis ve Thorpe (2021) ölçme aracı geliştirme adımlarında taslak

maddelerin alan uzmanlarına gönderilmesi gerektiğini belirtmiştir. Örneğin Kartal ve diğerleri (2016) geliştirmiş oldukları ölçme aracında pilot çalışmalar öncesinde alan uzman dönütlerinden faydalanmışlardır.

Alan uzmanı görüşü: Ölçme aracının geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlamak için alan uzmanı görüşlerinin alınması önemlidir. Alan uzmanlarından maddelerin Bandura'nın öz yeterlilik teorisi (Bandura, 1997) ile uyumluluğunu, maddelerin net, belirsiz olmayan ve teknolojiyle fen öğretimi için ilgili olup olmadığını (Haynes vd., 1995), ölçeğin teknolojiyle zenginleştirilmiş fen öğretimi yeterliliğinin tüm yönlerini tam olarak temsil edip etmediğini (DeVellis & Thorpe, 2021), yanıtları etkileyebilecek olası kelime önyargılarını veya fazlalıkların olup olmadığını (Podsakoff vd., 2003) değerlendirmesi istenmiştir. Ölçme aracının taslak hali fen eğitimi (2 kişi) ve teknoloji entegrasyonunda (1 kişi) özyeterlik çalışan ve bu alanlarda ölçme aracı geliştirmiş üç alan uzmanına gönderilmiştir. Alan uzmanlarına standardize edilmiş bir görüş formu iletilerek görüşleri alınmıştır. Bu görüş formunda uzmanların her bir maddeye geri bildirimde bulunabilmesi için, i) uygun ve ii) uygun değil şeklinde yapılandırılmış seçeneklerden birisini işaretlemesi istenmiştir. Ayrıca alan uzmanlarının uygun değil seçeneğini işaretlemesi durumunda gerekçe oluşturabilmesi için açıklama kısmı eklenmiştir (Bandalos, 2018; DeVellis & Thorpe, 2021). Uzman görüşleri arasındaki uyum indeksini değerlendirmek için Fleiss'in Kappa (Fleiss, 1971) değeri hesaplanmıştır. Bu değer 0,91 olarak hesaplanmıştır. Bu istatistiksel sonuç, ölçme aracının içerik geçerliliğini sağladığı ve maddelerin amaçlanan yapıyı doğru bir şekilde temsil ettiğini göstermektedir. Ayrıca taslak ölçme aracı 15 yıllık deneyime sahip iki fen öğretmenine gönderilerek ölçek maddelerinin gerçek sınıf ortamlarında uygulanabilirliği hakkında görüşleri alınmıştır (Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Uzmanlardan gelen bazı dönütler sonrasında uygun olmadığı belirlenen maddeler silinmiş ve düzenlenmesi gereken maddeler ise araştırmacılar tarafından açıklamalara göre gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Uzmanlardan gelen dönütlerde, tekrar eden madde ya da özyeterlik ölçümüne uygun olmadığı belirtilen maddeler ölçme aracından çıkartılmıştır. Örneğin, alan uzmanı “ölçek maddesinin özyeterlikten ziyade tutum davranışını ölçmeyi hedeflemektedir” gibi dönütleri sonrası uygun olmayan maddeler çıkartılmıştır. Daha sonra kontrol için ölçme aracı alan uzmanlarına yeniden gönderilmiştir. Bu aşama sonrasında ölçme aracındaki madde sayısı 58 olarak güncellenmiştir.

Pilot çalışmaların yapılması: Maddelerin açıklık ve ilgililik düzeyi öğretmen adaylarıyla yapılan bir pilot çalışma ile test edilmiştir. Pilot çalışmanın ilk aşaması sesli düşünme stratejisi ile yürütülmüştür. Bu strateji ile öğretmen adaylarının ölçek maddeleri hakkındaki düşüncelerini sözlü olarak ifade etmeleri ve araştırmacıların maddelerdeki belirsizlikleri, yanlış yorumlamaları ve bilişsel zorlukları tespit etmeleri sağlanmıştır (Willis, 2005). Bu strateji, maddelerin istenmeyen karışıklık veya önyargı olmadan katılımcıların yeterlik inançlarını doğru bir şekilde yansıtmasını sağladığı için ölçme aracını iyileştirmede değerlidir (Beatty & Willis, 2007). Bu aşamada hedef gruptan 4 fen öğretmen adayı ile (3. ve 4. sınıf düzeylerinde öğrenim

gören 2’şer kişi) sesli düşünme stratejisi yürütülmüştür. Araştırmacılar, gönüllü olan katılımcılara, ölçme aracının birer kopyasını vermiş ve her bir maddeyi sesli olarak okumaları ve sonrasında okudukları ölçek maddesinden ne anladıklarını ilk araştırmacıya anlatması istenmiştir. Bu süreç ses kayıt cihazı ile kaydedilerek sürece ilişkin anlık notlar alınmıştır. Araştırmacılar, sesli düşünme stratejisini uygularken, katılımcıları yönlendirecek herhangi bir ifade ya da yaklaşımda bulunmamıştır. Ayrıca katılımcıların doğal düşünme süreçlerini ortaya koyabilmeleri için esnek bir şekilde yapılandırılmıştır. Daha sonra araştırmacılar ses kayıtlarını dinlemiş ve öğretmen adaylarının “*anlamadım*” dedikleri yerleri not etmiştir. Örneğin, “Teknoloji kullanımı, öğrencilerin konularını daha iyi anlamalarını sağlayabilir.” ifadesine ilişkin olarak öğretmen adayları “*Hangi dersi demek istediniz?*” ve “*Daha iyi derken neyi kastediyorsunuz?*” gibi dönütlerde bulunmuşlardır. Bu doğrultuda söz konusu madde, “*Teknoloji kullanımı, öğrencilerin fen konularını daha derinlemesine anlamalarını sağlayabilir.*” şeklinde güncellenmiştir. Her bir düzenlenen madde için tekrar uzman görüşleri alınmıştır.

Sesli düşünme stratejisi sonrasında, ölçme aracının yapı geçerliliğini ve güvenilirlik analizleri için nicel veri toplama sürecine geçilmiştir. Orta Anadolu bölgesinde farklı üniversitelerde öğrenim görmektedir olan, Sınıf öğretmenliği ve Fen Bilgisi öğretmenliği programına kayıtlı 3. ve 4. sınıf öğretmen adaylarından oluşan geniş bir örneklemden veriler elde edilmiştir. Sınıf öğretmen adayları YÖK (2018) kur tanımına göre V. yarıyıl Fen Öğretimi dersi almaktadırlar. Fen Öğretiminin içeriği, fen ve fen eğitime dair temel kavramları özetler. İçeriğinde; fen, teknoloji, bilimsel bilgi ve yöntemler, fen ve teknoloji okuryazarlığı, fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkileri, fen öğretiminin amaçları ve tarihsel gelişimi, yapılandırmacı yaklaşım, bilişsel gelişim, ilköğretim fen programının özellikleri ve diğer derslerle ilişkisi, bilimsel süreç becerilerini geliştirme ve örnek uygulamalar bulunur (YÖK, 2018). Bir ölçme aracının geçerlilik ve güvenilirlik analizi için uygun bir örneklem büyüklüğü belirlemek, istatistiksel güç ve genelleştirilebilirliği sağlamak için çok önemlidir. Açıklayıcı Faktör Analizinde (AFA), araştırmacılar, istikrarlı faktör yapıları için en az 150-300 katılımcı olmak üzere, toplam madde sayısının en az 5-10 katı katılımcı önermektedir (Pallant, 2020; Tabachnick & Fidell, 2019). Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) için, model karmaşıklığına bağlı olarak genellikle en az 200-500 katılımcı olmak üzere daha büyük bir örnekleme ihtiyaç duyulur (Kline, 2015). Ayrıca, güvenilirlik analizi için Cronbach alfa, iç tutarlılığı güvenilir bir şekilde tahmin etmek için en az 100-200 katılımcı gerektirir (Tavakol & Dennick, 2011). Genel olarak, daha büyük örneklem faktör kararlılığını, model uyumunu ve tekrarlanabilirliği artırır ve bu da onları geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı geliştirmek için gerekli kılar. Bu aşamada 430 öğretmen adayı araştırmaya dahil edilmiştir. Katılımcılar, her bir bireyin seçilme şansının eşit düzeyde olduğu (Fraenkel vd., 2012), basit seçkisiz örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Veriler, kâğıt ve kalem testleri kullanılarak yüz yüze toplanmıştır.

Verilerin Analizi

Pilot çalışma sürecinde elde edilen verilerin analizine geçilmeden önce kayıp değerler, aykırı ya da uç değerler kontrol edilmiştir. Elde edilen 430 katılımcı verisi 358'e düşmüştür. 72 Katılımcının çıkartılmasında, sonuçları bozabilecek tek değişkenli ve çok değişkenli aykırı değerler Mahalanobis mesafesi kullanılarak kontrol edilmiştir (Field, 2018). Hatalı kodlama yapan ve uç değerlerde yer alan katılımcılar veri setinden çıkartılmıştır. Ayrıca veriler kodlama hataları ve tutarlılık açısından da kontroller sağlanarak 358 katılımcıya ait verilerin normallik analizleri (örn. çarpıklık ve basıklık değerleri, histogramlar, Q-Q grafikleri, Kolmogorov-Smirnov, doğrusallık) yapılmıştır. Ölçme aracının amaçlanan yapıyı doğru ve tutarlı bir şekilde ölçtüğünden emin olmak için istatistiksel tekniklerin bir kombinasyonu kullanılmıştır. İlk olarak ölçeğin yapı geçerliliğini test etmek için AFA varsayımları test edilmiştir. Daha sonra ölçeğin faktör yapısını belirlemek için, SPSS programında AFA gerçekleştirilmiştir (Kline, 2015). Faktör yapısının doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla, AMOS programında DFA yapılmıştır. Yapılan tüm bu analizler sonucunda, ölçeğin yapı geçerliliği değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular, ölçeğin güvenilirliğini destekler nitelikte bulunmuştur. Bu analizler ve bu analizlerin altında yatan varsayımlar, ölçüm aracının hem geçerli hem de güvenilir olmasını sağlayarak, öğretmen adaylarının teknolojiyle fen öğretimi yeterliliklerini doğru bir şekilde değerlendirmek için uygun hale getirmiştir.

Bulgular

Bu bölümde TFÖYÖ'nün, geçerlik ve güvenirlik analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 1'de KMO ve Barlet testi analiz sonuçları verilmiştir.

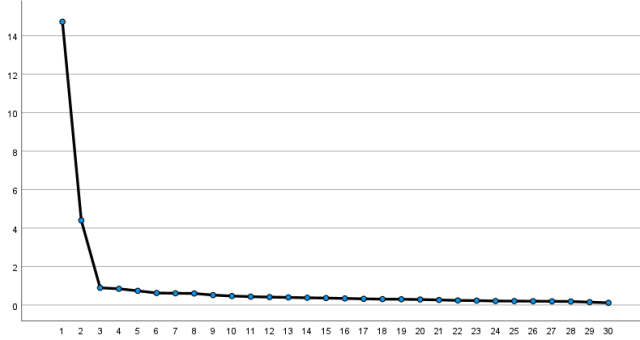
Tablo 1.
KMO ve Barlet Testi Analiz Sonuçları

Örneklem büyüklüğü	358
KMO	0,963
Açıkladığı varyans	63,778
Bartlett's Test of Sphericity	Yaklaşık Ki-Kare Değeri
	Sd
	P
	9459,095
	435
	0,000

Tablo 1 incelendiğinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi analiz sonuçları, veri setinin faktör analizi için oldukça uygun olduğunu doğrulamaktadır. 0,963'lük KMO değeri mükemmel olarak kabul edilmektedir (Kaiser, 1974), bu da verilerin yüksek derecede ortak varyansa sahip olduğunu ve faktör analizi için uygun olduğunu göstermektedir. 0,90'ın üzerindeki bir KMO değeri, öğeler arasındaki korelasyonların anlamlı faktör analizi için yeterince güçlü olduğunu göstermektedir (Field, 2024). Ek olarak, Bartlett testi ($\chi^2=9459,095$, $df=435$, $p< 0,001$) oldukça anlamlıdır ve korelasyon matrisinin bir özdeşlik matrisi olduğu şeklindeki sıfır hipotezini reddeder. Bu, önemli öğeler arası korelasyonlar olduğu anlamına gelir ve

AFA'yı güçlü bir şekilde destekler (Tabachnick & Fidell, 2019). Bu analiz sonuçları, veri setinin faktörlenebilir olduğunu ve faktör analizinin ölçüm aracının faktör yapısını keşfetmek için kullanılabileceğini göstermektedir.

Scree Plot grafiği, AFA'da tutulacak optimum faktör sayısını belirlemek için kullanılan grafiksel bir gösterimdir. X eksenı faktör sayısını temsil ederken, y eksenı bu faktörlere karşılık gelen öz değerlerini gösterir (Cattell, 1966; Field, 2024). Scree Plot analiz sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Scree Plot analizi

Şekil 2'de Scree Plot grafiği incelendiğinde, ikinci faktörden sonra öz değerlerde keskin bir düşüş vardır ve bir dirsek noktası oluşturulmuş ve bundan sonra eğim düzleşmiştir. Bu analizde bu dirsekten önceki faktörler, önemli miktarda varyansı açıkladıkları için tutulmalıdır (Field, 2024). Bu durumda, grafik iki faktörlü bir yapı önermektedir ve bu da ölçüm aracının altında iki gizli faktör yapısının olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.

Faktör Sayısı ve Açıklanan Varyans Yüzdesi Analizi

Ölçek Maddeleri	Başlangıç Öz Değerleri			Kareler Toplamı Ekstraksiyonu			Kareler Toplamı Rotasyonu
	Toplam	Varyans Yüzdesi	Toplanmış Yüzde	Toplam	Varyans Yüzdesi	Toplanmış Yüzde	Total
1	14,733	49,110	49,110	14,733	49,110	49,110	12,814
2	4,400	14,667	63,778	4,400	14,667	63,778	11,563
3	0,896	2,988	66,765				
4	0,846	2,821	69,586				
5	0,741	2,468	72,054				
6	0,626	2,087	74,142				
7	0,612	2,039	76,181				

8	0,603	2,010	78,191
9	0,518	1,727	79,918
10	0,469	1,562	81,480
11	0,437	1,456	82,936
12	0,414	1,379	84,315
13	0,397	1,324	85,639
14	0,378	1,261	86,899
15	0,363	1,211	88,110
16	0,344	1,146	89,256
17	0,323	1,077	90,333
18	0,308	1,028	91,362
19	0,302	1,006	92,367
20	0,288	0,960	93,327
21	0,266	0,886	94,213
22	0,240	0,801	95,013
23	0,232	0,773	95,786
24	0,209	0,697	96,483
25	0,208	0,693	97,176
26	0,200	0,666	97,842
27	0,195	0,650	98,492
28	0,185	0,616	99,109
29	0,151	0,505	99,614
30	0,116	0,386	100,000

Tablo 2’de faktör analizi sonuçları hem Kaiser kriteri hem de Scree grafiği tarafından desteklenen iki faktörlü bir yapıyı göstermektedir. Kaiser Kriterine göre, yalnızca özdeğerleri 1’den büyük olan faktörler tutulmuştur (Kaiser, 1974). Bu veri setinde, ilk iki faktörün özdeğerleri 14,733 ve 4,400’dür ve birlikte toplam varyansın %63,78’ini açıklamaktadır; bu da güçlü bir faktör yapısını göstermektedir. Üçüncü faktörün özdeğeri 1’in altındadır (0,896), bu da minimum varyans sağladığı ve anlamlı bir yapıyı temsil etme olasılığının düşük olduğu göstermektedir. Ek olarak, Cattell’in Scree Testi (1966) bu sonucu desteklemektedir, çünkü Scree Plot grafiği ikinci faktörden sonra net bir dirsek noktası göstermektedir ve bu da ek faktörlerin varyansı açıklamaya önemli ölçüde katkıda bulunmadığını göstermektedir.

Tablo 3.
Temel Bileşenler Analizi

Faktör	Madde	Madde Yüğü
Teknoloji ile Fen Öğretimi Özyeterliğı (TFÖÖ)	M-11	0,519
	M-12	0,719
	M-13	0,902
	M-14	0,830
	M-15	0,783
	M-17	0,894
	M-18	0,831
	M-19	0,811
	M-20	0,889
	M-21	0,842
	M-22	0,841
	M-23	0,817
	M-24	0,851
	M-25	0,821
	M-26	0,623
	M-27	0,703
Teknoloji ile Fen Öğretimi Sonuç Beklentisi (TFÖSB)	M-09	0,810
	M-10	0,757
	M-11	0,823
	M-12	0,749
	M-13	0,817
	M-15	0,785
	M-16	0,570
	M-17	0,794
	M-18	0,755
	M-19	0,797
	M-20	0,766
	M-22	0,792
	M-23	0,850
	M-24	0,754

AFA’da madde yükleri, her bir madde ile ilgili faktör arasındaki ilişkinin gücünü gösterir ve faktör yapısını ve yapı geçerliliğini belirlemede önemli bir rol oynar. Genel olarak, 0,30’un üzerindeki faktör yükleri kabul edilebilir olarak değerlendirilirken, 0,50’nin üzerindeki yükler ise madde ile faktör arasında güçlü bir ilişki olduğunu gösterir (Tabachnick & Fidell, 2019). Tablo 3 incelendiğinde TFÖÖ faktörünü oluşturan madde yüklerinin 0,519 ile 0,902 arasında değiştiğı ve TFÖSB faktörünü oluşturan madde yüklerinin ise 0,57 ile 0,85 arasında değiştiğı görülmektedir. Yüksek madde yüklerine sahip net bir faktör yapısı, ölçeğin ayırıcı ve yakınsak geçerliliğini güçlendirerek her faktörün ayrı ve anlamlı bir yapıyı temsil etmesini sağlar. Ölçme

aracı, TFÖÖ faktörü 16 ve TFÖSB faktörü ise 14 maddeden olmak üzere toplamda 30 maddeden oluşmaktadır.

Toplam puan sıralamasına göre oluşturulan %27'lik alt ve üst gruplar için bağımsız örneklem t-testi, ölçek maddelerinin ayırt edici gücünü incelemek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yaklaşımda, katılımcıların ortalama puanların sıralamasına göre en üstteki %27'lik (yüksek puanlı grup) ve en alttaki %27'lik (düşük puanlı grup) gruplar oluşturulmuştur. Ölçme aracında yer alan her bir madde için grupların ortalama skorları (yüksek ve düşük skorlu gruplar) t testi ile analiz edilmiştir (Cohen vd., 1996). Bu analize ilişkin sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.

Alt ve Üst Grup Madde Ortalamaları için T-testi Analizi

Faktör	Maddeler	Grup	n	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p
TFÖÖ	M-11	Alt Grup	97	4,694	1,143	193	-8,728	0,000**
		Üst Grup	97	6,082	1,077			
	M-12	Alt Grup	97	4,306	0,968	193	-21,392	0,000**
		Üst Grup	97	6,650	0,480			
	M-13	Alt Grup	97	4,214	1,246	193	-12,147	0,000**
		Üst Grup	97	6,103	0,895			
	M-14	Alt Grup	97	4,561	1,309	193	-11,112	0,000**
		Üst Grup	97	6,309	0,834			
	M-15	Alt Grup	97	4,755	1,227	193	-10,856	0,000**
		Üst Grup	97	6,309	0,698			
	M-17	Alt Grup	97	4,684	1,257	193	-12,415	0,000**
		Üst Grup	97	6,454	0,629			
	M-18	Alt Grup	97	4,347	1,185	193	-13,618	0,000**
		Üst Grup	97	6,268	0,729			
	M-19	Alt Grup	97	4,653	1,261	193	-10,089	0,000**
		Üst Grup	97	6,208	0,849			
	M-20	Alt Grup	97	4,480	1,302	193	-12,390	0,000**
		Üst Grup	97	6,350	0,722			
	M-21	Alt Grup	97	4,276	1,330	193	-13,169	0,000**
		Üst Grup	97	6,361	0,819			
	M-22	Alt Grup	97	4,469	1,416	193	-10,686	0,000**
		Üst Grup	97	6,247	0,830			
	M-23	Alt Grup	97	4,388	1,412	193	-10,973	0,000**
		Üst Grup	97	6,227	0,860			
	M-24	Alt Grup	97	4,240	1,431	193	-12,876	0,000**
		Üst Grup	97	6,330	0,718			
	M-25	Alt Grup	97	4,296	1,262	193	-11,763	0,000**
		Üst Grup	97	6,117	0,861			
	M-26	Alt Grup	97	4,622	1,389	193	-9,279	0,000**
		Üst Grup	97	6,191	0,923			

TFÖSB	M-27	Alt Grup	97	4,858	1,306	193	-9,854	0,000**
		Üst Grup	97	6,375	0,774			
	M-09	Alt Grup	97	5,245	1,378	193	-7,346	0,000**
		Üst Grup	97	6,412	0,747			
	M-10	Alt Grup	97	5,378	1,425	193	-7,324	0,000**
		Üst Grup	97	6,526	0,597			
	M-11	Alt Grup	97	5,143	1,464	193	-4,902	0,000**
		Üst Grup	97	6,103	1,262			
	M-12	Alt Grup	97	4,724	1,420	193	-3,965	0,000**
		Üst Grup	97	5,577	1,580			
	M-13	Alt Grup	97	5,083	1,403	193	-5,154	0,000**
		Üst Grup	97	6,033	1,156			
	M-15	Alt Grup	97	5,020	1,450	193	-5,216	0,000**
		Üst Grup	97	5,990	1,123			
	M-16	Alt Grup	97	4,551	1,309	193	-8,314	0,000**
		Üst Grup	97	5,938	0,998			
	M-17	Alt Grup	97	5,031	1,312	193	-6,555	0,000**
		Üst Grup	97	6,093	0,914			
	M-18	Alt Grup	97	4,980	1,252	193	-4,593	0,000**
		Üst Grup	97	5,804	1,255			
	M-19	Alt Grup	97	5,271	1,206	193	-5,191	0,000**
		Üst Grup	97	6,103	1,026			
	M-20	Alt Grup	97	4,501	1,474	193	-4,751	0,000**
		Üst Grup	97	5,484	1,415			
	M-22	Alt Grup	97	5,163	1,360	193	-4,873	0,000**
		Üst Grup	97	6,031	1,113			
	M-23	Alt Grup	97	5,031	1,320	193	-5,271	0,000**
		Üst Grup	97	5,979	1,190			
	M-24	Alt Grup	97	4,826	1,276	193	-6,011	0,000**
		Üst Grup	97	5,866	1,133			

n = 358, n1 = n2 = 97,

** p < .001 için anlamlı değerler.

Tablo 4'te toplam puan sıralamasına göre oluşturulan %27'lik alt ve üst grup skorları t testi ile karşılaştırılmıştır. Bu analiz sonucunda ölçeği oluşturan her bir madde için p değerinin 0,001 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu gruplar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı fark ($p < 0,001$), maddenin teknolojiyle fen öğretiminde farklı yeterlilik derecelerine sahip katılımcılar arasında etkili bir şekilde ayırım yaptığını göstermektedir. Daha yüksek t-değerleri daha güçlü ayırımı göstererek maddenin geçerliliğini desteklemektedir.

Tablo 5.
Madde-Toplam Korelasyon Analizi

Faktör	Madde	t-test (27% alt ve üst grup)	Madde-Toplam Korelasyonu
TFÖÖ	M-11	-8,728	0,635**
	M-12	-21,392	0,738**
	M-13	-12,147	0,667**
	M-14	-11,112	0,716**
	M-15	-10,856	0,729**
	M-17	-12,415	0,689**
	M-18	-13,618	0,667**
	M-19	-10,089	0,676**
	M-20	12,390	0,748**
	M-21	-13,169	0,710**
	M-22	-10,686	0,765**
	M-23	-10,973	0,727**
	M-24	-12,876	0,725**
	M-25	-11,763	0,700**
	M-26	-9,279	0,634**
	M-27	-9,854	0,697**
TFÖSB	M-09	-7,346	0,669**
	M-10	-7,324	0,674**
	M-11	-4,902	0,647**
	M-12	-3,965	0,584**
	M-13	-5,154	0,656**
	M-15	-5,216	0,673**
	M-16	-8,314	0,638**
	M-17	-6,555	0,658**
	M-18	-4,593	0,598**
	M-19	-5,191	0,653**
	M-20	-4,751	0,589**
	M-22	-4,873	0,627**
	M-23	-5,271	0,624**
	M-24	-6,011	0,630**

** p < ,01 için anlamlı değerler.

Tablo 5'te TFÖYÖ'yü oluşturan maddelerin madde-toplam korelasyonları incelendiğinde, bu değerlerin 0,738 ile 0,584 arasında değiştiği ve t değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (p<0,01). Bu bulgu, tüm maddelerin homojen olmasını ve ölçeğin amaçlanan yapıyı güvenilir bir şekilde yakalamasını sağlayarak geçerliliği artırır. Ölçek faktörlerine ve ölçeğin geneline ilişkin Cronbach Alpha güvenilirlik değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

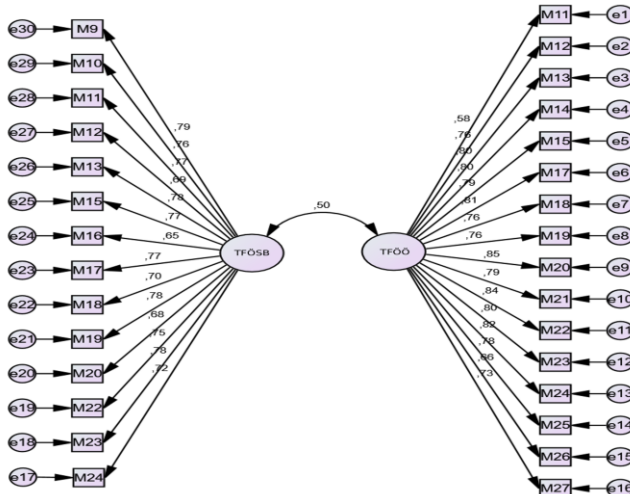
Tablo 6.

TFÖYÖ ve Alt Faktörlerine Yönelik Cronbach Alpha Değeri

Faktör	Madde Sayısı	Cronbach Alpha
TFÖSB	14	0,950
TFÖÖ	16	0,964
TFÖYÖ (Genel)	30	0,963

Cronbach alfa (α), bir ölçekteki maddelerin aynı temel yapıyı ne kadar iyi ölçtüğünü değerlendiren iç tutarlılığın bir ölçüsüdür (Cronbach, 1951). Tablo 6'da faktörlere ilişkin Cronbach Alpha katsayıları incelendiğinde TFÖSB için 0,950 ve TFÖÖ için 0,964 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin geneli için Cronbach Alpha değeri ise 0,963 olarak hesaplanmıştır. Daha yüksek bir alfa değeri (genellikle $\geq 0,70$), güçlü iç tutarlılığı gösterir; ki bu, maddelerin yüksek oranda ilişkili olduğu ve güvenilir bir ölçme aracına katkıda bulunduğu anlamına gelir (Nunnally & Bernstein, 1994). Yüksek bir Cronbach alfa katsayısı, ölçeğin güvenilirliğini ve geçerliliğini artırır ve ölçme aracını öğretmen adaylarının teknolojiyle fen öğretimi yeterliliğini ölçmek için sağlam bir araç haline getirir.

AFA sonucu elde edilen iki faktörlü yapının doğrulanması amacıyla DFA gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucunda standardize edilmiş katsayıları gösteren model Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde, TFÖSB boyutu altında yer alan maddelerin faktör yük değerleri 0,65-0,79 ve TFÖÖ boyutu altında yer alan maddelerin faktör yük değerleri ise 0,58-0,85 aralığında yer almaktadır. Bu aralıklar referans değer olan 0,3 değerinden büyüktür.



Şekil 2. Yapısal eşitlik modeli

DFA'dan elde edilen uyum indeksleri, ölçeğin yapı geçerliliğine dair güçlü kanıtlar sunarak önerilen faktör yapısının temeldeki teorik modeli ne kadar iyi temsil ettiğini göstermektedir (Kline, 2015). DFA sonucunda elde edilen uyum indeksleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7.
DFA'da Gözlenen Uyum Değerleri

Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	TFÖYİ Uyum Değeri
χ^2	$0 \leq \chi^2 \leq 3df$	$3df < \chi^2 \leq 5df$	1040,834
p	$0.05 \leq p \leq 1.00$	$0.01 \leq p \leq 0.05$	0,000
χ^2/df	$0 \leq \chi^2/df \leq 3$	$3 < \chi^2/df \leq 5$	2,658
RMSEA	$0 < RMSEA < 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,08$	0,068
RMR	$0 \leq RMR \leq 0,05$	$0,05 < RMR \leq 0,10$	0,072
NFI	$0,95 \leq NFI \leq 1$	$0,90 \leq NFI < 0,95$	0,918
CFI	$0,97 \leq CFI \leq 1$	$0,95 \leq CFI < 0,97$	0,955
GFI	$0,95 \leq GFI \leq 1$	$0,90 \leq GFI < 0,95$	0,911
AGFI	$0,90 \leq AGFI \leq 1$	$0,85 \leq AGFI < 0,90$	0,851
IFI	$0,95 \leq IFI \leq 1$	$0,90 \leq IFI < 0,95$	0,955

Tablo 7 incelendiğinde χ^2/df oranının 2,658 olduğu ve bu değer < 3 olduğundan dolayı iyi uyum değerine sahiptir. Analiz sonuçlarında uyum endeksleri, modelin *kabul edilebilir* ile *iyi düzeyde* yapı geçerliliği gösterdiğini göstermektedir. RMSEA değeri 0,068 olarak hesaplanmıştır ve kabul edilebilir aralıktadır ($\leq 0,08$). RMR değeri 0,072'tir ve kabul edilebilir düzeydedir. Benzer şekilde NFI, CFI, GFI ve AGFI değerlerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir. Ayrıca IFI değeri ise iyi uyum değerine sahiptir. Genel olarak, bu endeksler öğretmen adayları için teknoloji ile fen öğretiminde yeterli inançlarını ölçmek için ölçeğin faktöriyel yapısının iyi desteklendiğini ve ölçüm aracının yapı geçerliliğine dair güçlü kanıtlar sağladığını göstermektedir.

Sonuç ve Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının teknoloji ile fen öğretimine yönelik öz-yeterlik algılarını ölçmeye yönelik geliştirilen ölçme aracının faktör yapısını incelemek amacıyla keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizleri aynı veri seti üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçek geliştirme çalışmalarında her bir madde için en az 3–5 katılımcıya ulaşılması gerektiği belirtilmektedir (DeVellis & Thorpe, 2021). Bu çalışmada söz konusu yaklaşımın tercih edilmesinin temel nedeni, çalışma grubunun homojen bir yapıya sahip olması ve örneklemin ikiye bölünmesi durumunda keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizleri için önerilen minimum örneklem büyüklüğünün sağlanamama riskidir.

Literatürde, özellikle ölçek geliştirme ve uyarlama çalışmalarında, kuramsal temeli güçlü olan yapılarda ve yeterli örneklem büyüklüğü sağlandığında, tek bir veri seti üzerinden önce AFA ardından DFA yapılmasının kabul edilebilir bir yöntem olduğu görülmektedir (Örneğin; Göloğlu-Demir & Çetin, 2021; Karakuş vd., 2022; Kızıltepe & Kartal, 2025). Bu çalışmada AFA ile ortaya konulan faktör yapısı, DFA ile sınanarak model uyum indeksleri aracılığıyla doğrulanmış ve elde edilen bulgular öz-yeterlik yapısının öğretmen adayları örnekleminde tutarlı bir şekilde temsil edildiğini göstermiştir. Bu çalışmada, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri 0,963 olarak hesaplanmış olup, bu değer mükemmel örnekleme yeterliliğini göstermektedir. Bartlett testinin de istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ki bu da örneklemin faktör analizi için uygun olduğunu gösterir (Bartlett, 1954).

Uygunluk varsayımları doğrulandıktan sonra, Temel Bileşen Analizi (PCA; Principal Component Analysis) ile faktörler elde edilmiştir (Costello & Osborne, 2005). Faktörlerin elde edilmesinde, 1'den büyük özdeğerler (Kaiser kriteri) ve Scree plot analizi birlikte kullanılmıştır. Daha sonra, yorumlanabilirliği artırmak için faktör rotasyonu gerçekleştirilmiştir; faktörlerin korelasyonsuz olduğunu varsayarak ortogonal rotasyon yöntemlerinden Varimax kullanılmıştır. Bu yöntem faktörlerin daha bağımsız ve net bir şekilde yapılandırılmasını sağlayarak, faktör analizinin sonuçlarını daha anlamlı ve yorumlanabilir hale getirmiştir (Pallant, 2020). Benzer şekilde birçok özyeterlik çalışmasında da bu yöntem kullanılmıştır (Bleicher, 2004; Ritter vd., 2001). Buna göre ölçme aracının iki faktörden oluştuğu ve ilk faktörün tek başına %49,110'luk bir varyansı açıkladığı, ikinci faktörün ise %14,667'lik bir varyansı açıkladığı görülmüştür. Ortaya çıkan bu iki faktörlü yapı, çalışmanın kuramsal temelini oluşturan Bandura'nın sosyal bilişsel kuramı çerçevesinde beklenen bir durumdur. Bandura'ya (1987) göre bireylerin davranışlarını belirleyen temel inançlar, TFÖÖ ve TFÖSB olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bu doğrultuda ölçme aracında ortaya çıkan TFÖÖ ve TFÖSB alt faktörleri, öğretmen adaylarının teknoloji destekli fen öğretimine ilişkin yeterlilik inançlarını Bandura'nın kuramsal çerçevesiyle uyumlu biçimde temsil etmektedir. Bu iki faktörün içeriğin de; TFÖÖ, öğretmen adaylarının teknoloji destekli fen öğretimini etkili biçimde planlama ve uygulama konusunda kendilerine duydukları yeterlilik inancını ifade ederken; TFÖSB, bu tür öğretimin öğrencilerin öğrenme düzeyi, derse katılımı ve öğretim sürecinin etkililiği üzerindeki olası etkilerine ilişkin beklentilerini yansıtmaktadır (Bandura, 1997; Bleicher, 2004; Enochs ve Riggs, 1990, Menon vd., 2020). Bu iki boyutun ayrı faktörler olarak ortaya çıkması, maddelerin hem kavramsal açıdan ayrıştığını hem de ölçülmek istenen yapıyı kuramsal olarak tutarlı bir şekilde yansıttığını göstermektedir. Benzer şekilde Enochs ve Riggs (1990), fen öğretimi özyeterliliğini iki alt boyut olarak ele almıştır. Costello ve Osborne (2005) tarafından vurgulandığı gibi, yüksek oranda varyansı açıklayan faktörleri korumak yorumlanabilirliği iyileştirir ve ölçüm aracının yapı geçerliliğini destekler. AFA'da, oluşturulan faktörlerle açıklanan varyans yüzdesi, faktör yapısının veri setini ne kadar iyi temsil ettiğinin kritik göstergesidir.

Varyans yüzdesi, gözlenen değişkenlerdeki toplam varyansın ne kadarının altta yatan gizli yapılar tarafından açıklandığını gösterir. Sağlam bir faktör yapısı için Henson ve Roberts (2006), toplam varyans yüzdesinin en az %52 ve daha büyük olması gerektiğini, Hair ve diğerleri (2014) ise %60 veya daha yüksek toplam varyansı açıklaması gerektiğini belirtmişlerdir. Analiz sonucunda iki faktör için toplam varyansın %63,778'ini açıklamıştır; bu da faktör modelinin orijinal verilerdeki bilginin önemli bir bölümünü temsil ettiğini göstermektedir. Bu düzeyde bir varyans oranı, ölçme aracında yer alan maddelerin büyük ölçüde aynı kuramsal yapıyı yansıttığını ve faktörlerin gözlenen değişkenler üzerindeki açıklayıcılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca, açıklanan varyansın yüksek olması, ölçüm hatasının görece düşük olduğunu ve maddelerin rastlantısal değil, anlamlı bir biçimde gruplaştığına işaret etmektedir (Jöreskog & Sörbom, 1993; Karagöz, 2021). Her bir faktörün ayrı ayrı ve toplam varyans yüzdesi, teknolojiyle fen öğretimine yönelik yeterlilik inançlarını ölçmek için faktör yapısının uygunluğunu ve gücünü doğrular. Bu bağlamda elde edilen bulgu, geliştirilen ölçeğin öğretmen adaylarının teknoloji destekli fen öğretimine ilişkin yeterlilik inançlarını bütüncül ve tutarlı bir biçimde temsil edebildiğine işaret göstermektedir (Henson & Roberts 2006). Son adımda faktör yüklerine göre faktörlerin yorumlanması ve isimlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. AFA'da, faktörlerin adlandırılması, her faktöre önemli ölçüde yüklenen öğelerin kavramsal içeriğine dayalı olarak çıkarılan boyutlara anlamlı etiketler atamayı içerir. Fabrigar ve Wegener'e (2012) göre, faktör isimleri hem teorik çerçeveler hem de ampirik öge içeriği tarafından yönlendirilen, öğelerin ölçmek üzere tasarlandığı temel psikolojik veya eğitimsel yapıları yansıtmalıdır. Yüksek madde yüklerine sahip öğeler faktörlerin isimlendirme sürecinde kritik öneme sahiptir (Stevens, 2002). Ek olarak, faktörlerin isimlendirme sürecinde Bandura'nın (1997) özyeterlik teorisi ve bu kapsamda geliştirilen ölçeklerin faktör yapıları incelenmiştir. Bu çerçevede, öğretmen adaylarının teknoloji ile fen öğretimine yönelik kişisel yeterlikler ile ilgili maddeler "özyeterlik" faktörü olarak isimlendirilmiştir. Teknoloji ile fen öğretimi sonucunda öğrenci öğrenmelerine yönelik maddeler ise "sonuç beklentisi" faktörü olarak isimlendirilmiştir. Örneğin, teknoloji kullanımı, öğrencilerin fen konularını daha keyifli bir şekilde öğrenmelerini içeriyorsa "sonuç beklentisi" olarak etiketlenmiştir.

Ölçme aracını oluşturan faktörlerin güvenirlik analizinde Cronbach alfa kullanılmıştır. Analiz sonuçlarında Cronbach alfa değerleri TFÖSB için 0,950; TFÖÖ için ise 0,964 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin geneli için cronbach alfa değeri ise 0,963 olarak hesaplanmıştır. Nunnally ve Bernstein'e (1994) göre 0,70 ve üzeri alfa değeri güçlü iç tutarlılığı gösterir. Bu çalışmada elde edilen Cronbach alfa değerlerinin 0,95'in üzerinde olması, ölçeğin oldukça yüksek düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu ve maddelerin ölçülen yapıyı tutarlı bir biçimde temsil ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, literatürde çok yüksek alfa değerlerinin maddeler arasında içerik açısından benzerlik bulunabileceğine işaret edebileceği belirtilmektedir (Tavakol & Dennick, 2011). Benzer şekilde Wang ve diğerleri (2004), özyeterlik ölçeğinde 0,94 ve 0,96 olarak oldukça yüksek düzeyde Cronbach alfa değeri bulmuştur. Bu nedenle güvenirliğin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesi amacıyla madde-toplam

korelasyonları da incelenmiştir. Yüksek madde-toplam korelasyonları, maddenin genel ölçekle tutarlı olduğunu ve yapıya anlamlı bir şekilde katkıda bulunduğunu gösterir (Nunnally & Bernstein, 1994; Tavakol & Dennick, 2011). Bu çerçevede ölçme aracının madde toplam korelasyon analiz sonuçları incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0,738 ile 0,584 arasında değiştiği ve bu değerlerin istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değerler, ölçme aracında yer alan maddelerin ölçeğin tamamıyla uyumlu olduğunu göstermektedir. Revelle ve Zinbarg'a (2009) göre cronbach alfa yararlı olmakla birlikte, daha kapsamlı bir değerlendirme için madde-toplam korelasyon analizini de dikkate almak önemlidir. Madde-toplam korelasyonu, ölçeğin iç tutarlılığını ve genel kalitesini değerlendirmede önemli bir ölçüttür. Her bir maddenin ölçeğin toplam puanıyla güçlü bir korelasyon gösterdiğini ve maddelerin ölçülen temel yapı ile uyumlu olduğunu göstermektedir (DeVellis & Thorpe, 2021). Yüksek madde-toplam korelasyonları, maddenin genel ölçekle tutarlı olduğunu ve yapıya anlamlı bir şekilde katkıda bulunduğunu gösterir (Nunnally & Bernstein, 1994; Tavakol & Dennick, 2011). Bu çerçevede ölçme aracının madde toplam korelasyon analiz sonuçları incelendiğinde, korelasyon katsayılarının 0,738 ile 0,584 arasında değiştiği ve bu değerlerin istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değerler, ölçme aracında yer alan maddelerin ölçeğin tamamıyla uyumlu olduğunu göstermektedir.

AFA, verilerin yapısını keşfetmeye yardımcı olurken, (Pallant, 2020) DFA bu yapının doğruluğunu test eder. AFA, faktörlerin sayısını ve ilişkilerini belirlerken, DFA belirlenen faktör yapısının veriyle uyumlu olup olmadığını değerlendirir (Karagöz, 2021) ve ölçme aracının geçerliliğini doğrular. Bu bağlamda DFA'dan elde edilen uyum indeksleri, kuramsal olarak oluşturulan ölçme modelinin gözlenen verilerle ne ölçüde örtüştüğünü ortaya koymakta ve modelin genel uyum düzeyini değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. DFA sonuçlarının yorumlanmasında, literatürde yer alan benzer analiz yöntemleri (Browne & Cudeck, 1993; Byrne, 2016; Hu & Bentler, 1999; Jöreskog & Sörbom, 1993) kullanılarak uyum indeks değerleri incelenmiştir. Birden fazla uyum indeksinin birlikte ele alınması, model uyumunun farklı açılardan değerlendirilmesini sağlayarak daha güvenilir bir yorum yapılmasına katkı sunmaktadır (Karagöz, 2021). Uyum indekslerinde amaç; önerilen faktör sayısının doğru olup olmadığı, Maddelerin ait oldukları faktörleri yeterince temsil edip etmediği, Ölçme modelinin genel olarak kabul edilebilir ya da iyi düzeyde bir uyum sergileyip sergilemediği değerlendirilir. DFA sonucunda Ki-kare/df oranı ($\chi^2/df=2,658$) iyi uyum aralığında (<3) yer almaktadır (Byrne, 2016). RMSEA 0,08'in altında ve kabul edilebilir bir model uyumunu göstermektedir (Browne & Cudeck, 1993). CFI 0,95 sınırını biraz aşarak kabul edilebilir ve IFI 0,95 eşliğini aşarak iyi bir uyumu doğrulamaktadır (Hu & Bentler, 1999). Ek olarak, GFI ve NFI modelin yeterliliğini daha da desteklemektedir (Jöreskog & Sörbom, 1993). AGFI ideal 0,90 ölçütünün biraz altında olsa da kabul edilebilir bir aralıkta kalmaktadır. Bu değerler, iki faktörlü ölçme aracının verilerle bir uyum içerisinde olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışmada geliştirilen teknolojiyle fen öğretimine yönelik yeterlilik inançları ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik özellikleri kapsamlı biçimde incelenmiştir. AFA sonuçları, ölçme aracının iki faktörlü bir yapıya sahip olduğunu ve bu yapının

toplam varyansın yüksek bir oranını açıkladığını ortaya koymuştur. Faktörlerin kuramsal çerçeveye uyumlu biçimde anlamlı olarak adlandırılabilmesi, ölçeğin yapı geçerliğini desteklemektedir. Güvenirlik analizleri sonucunda elde edilen yüksek Cronbach alfa ve madde-toplam korelasyon değerleri, ölçeğin güçlü bir iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermiştir. AFA ile belirlenen iki faktörlü yapının DFA ile doğrulanması ve uyum indekslerinin kabul edilebilir–iyi uyum düzeylerde bulunması, ölçme aracının geçerli bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, geliştirilen ölçme aracının öğretmen adaylarının teknolojiyle fen öğretimine yönelik yeterlilik inançlarını ölçmede geçerli, güvenilir ve kullanılabilir bir araç olduğu söylenebilir.

Öneriler

TFÖYÖ'nün geliştirilmesi, fen eğitimi ve teknoloji entegrasyonunun kesişimini keşfetmeyi amaçlayan gelecekteki akademik çalışmalar için güçlü bir temel sağlamaktadır. Sonraki çalışmalarda araştırmacılar geçerliliği ve güvenirliliği doğrulanmış bu ölçme aracı öğretmen ve öğretmen adaylarının teknolojiyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında özyeterlik inançlarını etkileyen faktörleri araştırmak için kullanabilir. Boylamsal çalışmalar ile bu inançların zaman içinde, özellikle öğretmen eğitim programları sırasında veya teknoloji entegrasyon eğitimi gibi bazı müdahalelerin ardından nasıl değiştiği incelenebilir. Dahası, bu ölçek, farklı kültürel veya eğitimsel bağlamlarda karşılaştırmalı çalışmalarda kullanılmak üzere uyarlanabilir. Ek olarak, ölçek özyeterlik ile teknoloji kabulü, pedagojik yaklaşımlar veya öğrenci başarısı gibi diğer yapılar arasındaki korelasyonları inceleme fırsatları da sunabilir. Sonuç olarak, TFÖYÖ, öğretmen desteği ve eğitime en çok ihtiyaç duyulan alanları belirleyerek politika ve müfredat geliştirmeye katkıda bulunabilir, böylece teknolojiyle zenginleştirilmiş sınıflarda fen eğitiminin kalitesi artırılabilir. Son olarak, nitel araştırma yöntemleriyle desteklenecek karma yöntem çalışmaları aracılığıyla, ölçekten elde edilen puanlarının altında yatan nedenlerin daha derinlemesine incelenmesi, teknolojiyle fen öğretimine yönelik yeterlilik inançlarının daha bütüncül bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Araştırma ve Yayın Etiği

Bu çalışmada, Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'nde belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergede *Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler* başlığı altında açıklanan eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik Kurul İzni

Araştırma, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından değerlendirilmiş ve 15/03/2024 tarihli, E-51062476-204.01.07-00000619668 numaralı etik kurul onayı alınmıştır.

Yazarların Katkı Oranı

Bu çalışmaya tüm yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Destek ve Teşekkür

Bu çalışma, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenen EGT.A3.24.001 numaralı doktora tezi projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Sağlanan destekten dolayı kuruma teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Abbitt, J. T. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 27(4), 134-143. <https://doi.org/10.1080/21532974.2011.10784670>
- Aydemir, S., & Demirkan, Ö. (2024). The effect of digital material applications on preservice teachers' self-efficacy towards educational technology standards. *International Journal of Educational Researchers*, 15(4), 43-68. <https://doi.org/10.29329/ijer.2024.1085.3>
- Annetta, L. A., Frazier, W. M., Folta, E., Holmes, S., Lamb, R., & Cheng, M. T. (2013). Science teacher efficacy and extrinsic factors toward professional development using video games in a design-based research model: The next generation of STEM learning. *Journal of Science Education and Technology*, 22(1), 47-61. [10.1007/s10956-012-9375-y](https://doi.org/10.1007/s10956-012-9375-y)
- Bandalos, D. L. (2018). *Measurement theory and applications for the social sciences*. Guilford Publications.
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajares & T. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 307–337). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bartlett, M. S. (1954). A note on the multiplying factors for various chi square approximation. *Journal of the Royal Statistical Society*, 16 (Series B), 296e298.
- Beatty, P. C., & Willis, G. B. (2007). Research synthesis: The practice of cognitive interviewing. *Public Opinion Quarterly*, 71(2), 287-311. <https://doi.org/10.1093/poq/nfm006>
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Bleicher, R. E. (2004). Revisiting the STEBI-B: Measuring self-efficacy in preservice elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 104(8), 383-391. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2004.tb18004.x>

- Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quinonez, H. R., & Young, S. L. (2018). Best practices for developing and validating scales in health, social, and behavioral research. *Frontiers in Public Health*, 6, 149. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00149>
- Browne, M.W., Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K. A. Bollen, & J.S. Long (Eds.), *Testing Structural Equation Models* (pp. 136–162), Newbury Park, CA: Sage Publications. <https://doi.org/10.1177/0049124192021002>
- Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications and programming* (3rd Ed.). Abingdon: Routledge.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245-276. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10
- Chiu, T. K., & Churchill, D. (2015). Exploring the characteristics of an optimal design of digital materials for concept learning in mathematics: Multimedia learning and variation theory. *Computers & Education*, 82, 280-291. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.001>
- Cohen, R. J., Swerdlik, M. E., & Phillips, S. M. (1996). *Psychological testing and assessment: An introduction to tests and measurement* (3rd Ed.). Mayfield Publishing Co.
- Costello, A. B., & Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 10(7), 1-9. <https://doi.org/10.7275/jyj1-4868>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- DeVellis, R. F., & Thorpe, C. T. (2021). *Scale development: Theory and applications* (5th Ed.). Sage publications Inc.
- Enochs, L. G., & Riggs, I. M. (1990). Further development of an elementary science teaching belief instrument: A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, 90(8), 694706.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>
- Fabrigar, L. R., & Wegener, D. T. (2012). *Exploratory factor analysis*. New York: Oxford University Press.
- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. SAGE Publications Ltd.
- Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76(5), 378-382. <https://doi.org/10.1037/h0031619>
- Foulger, T. S., Graziano, K. J., Schmidt-Crawford, D., & Slykhuis, D. A. (2017). Teacher educator technology competencies. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(4), 413-448.

- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th Ed.). McGraw-Hill.
- Göloğlu-Demir, C. & Çetin, F. (2021). Okul dışı öğrenme (ODÖ) faaliyetlerine Yönelik öğretmen öz-yeterlik inançları ölçeğinin geliştirilmesi. *TEBD*, 19(1), 613-634. <https://doi.org/10.37217/tebd.901426>
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., & Anderson, R.E. (2019). Exploratory Factor Analysis. In *Multivariate Data Analysis* (8th Ed.) (121-187 p.p.), Cengage Learning EMEA.
- Hambleton, R. K., & Kanjee, A. (1995). Increasing the validity of cross-cultural assessments: Use of improved methods for test adaptations. *European Journal of Psychological Assessment*, 11(3), 147-157. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.11.3.147>
- Haynes, S. N., Richard, D., & Kubany, E. S. (1995). Content validity in psychological assessment: A functional approach to concepts and methods. *Psychological Assessment*, 7(3), 238-247. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.238>
- Hennessy, S., Deane, R., & Ruthven, K. (2006). Situated expertise in integrating use of multimedia simulation into secondary science teaching. *International Journal of Science Education*, 28(7), 701-732. <https://doi.org/10.1080/09500690500404656>
- Henson, R. K., & Roberts, J. K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research: Common errors and some comment on improved practice. *Educational and Psychological measurement*, 66(3), 393-416. <https://doi.org/10.1177/0013164405282485>
- Hu, L. T., & 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. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Ingram, E., Hill, T. W., Harshbarger, D., & Keshwani, J. (2024). Improving elementary pre-service teachers' science teaching self-efficacy through garden-based technology integration. *Education Sciences*, 14, 65. <https://doi.org/10.3390/educsci14010065>
- Jöreskog, K.G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural Equation Modeling with the SIMPLIS command language*. Scientific Software International Lawrence Erlbaum, Chicago, IL.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Karagöz, Y. (2021). *SPSS ve AMOS uygulamalı nicel-nitel-karma bilimsel araştırma yöntemleri ve yayın etiği*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karakuş, İ., Sünbül, Ö., & Kılıç, F. (2022). Öğretmen adayı dijital yeterlik algısı ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(35), 935-956. <https://doi.org/10.35675/befdergi.883974>
- Kartal, T., & Dilek, I. (2021a). Developing pre-service elementary science teachers' science teaching efficacy beliefs through microteaching by promoting efficacy sources. *International Journal on Social and Education Sciences*, 3(4), 710-731. <https://doi.org/10.46328/ijones.124>
- Kartal, T., & Dilek, I. (2021b). Preservice science teachers' TPACK development in a technology-enhanced science teaching method course. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 7(4), 339-353. <https://doi.org/10.21891/jeseh.994458>

- Kartal, T., Kızıltepe, İ. S., & Kartal, B. (2022). Extending technology acceptance model with scientific epistemological and Science teaching efficacy beliefs: A study with preservice teachers. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 8(1), 1-16. <https://doi.org/10.21891/jeseh.1055590>
- Kızıltepe, İ. S., & Kartal, T. (2025). Deneyimsel öğrenme ölçeğinin Türkçeye uyarlanması: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 142-157. <https://doi.org/10.47479/ihead.1656910>
- Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M., & DeMeester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education*, 29, 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.08.005>
- Kline, R. B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (4th Ed.). Guilford Press.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Lee, M. H., & Tsai, C. C. (2010). Exploring teachers' perceived self efficacy and technological pedagogical content knowledge with respect to educational use of the World Wide Web. *Instructional Science*, 38, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9075-4>
- Liu, M., Horton, L., Olmanson, J., & Toprac, P. (2011). A study of learning and motivation in a new media enriched environment for middle school science. *Educational Technology Research and Development*, 59, 249-265. <https://doi.org/10.1007/s11423-011-9192-7>
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q., & Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Mama, M., & Hennessy, S. (2013). Developing a typology of teacher beliefs and practices concerning classroom use of ICT. *Computers & Education*, 68, 380-387. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.022>
- Menon, D., Chandrasekhar, M., Kosztin, D., & Steinhoff, D. C. (2020). Impact of mobile technology-based physics curriculum on preservice elementary teachers' technology self-efficacy. *Science Education*, 104(2), 252-289. <https://doi.org/10.1002/sce.21554>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.0068>
- Muslimin, A. I., Mukminatien, N., & Ivone, F. M. (2022). The effect of technology based instruction lesson plan on EFL pre-service teachers' TPACK self-efficacy. *World Journal of English Language*, 12(6), 304-314. <https://doi.org/10.5430/wjel.v12n6p304>
- Nunnally, J.C., & Bernstein, I.H. (1994). *Psychometric theory* (3rd Ed.). New York: McGrawHill.
- Özyalçın Oskay, Ö. (2017). An investigation of teachers' self efficacy beliefs concerning educational technology standards and technological pedagogical content knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4739-4752. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00961a>

- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003117452>
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879-903.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489-497. <https://doi.org/10.1002/nur.20147>
- Portaro, M. (2024). *Preservice teachers' self-efficacy for technology integration and levels of planned technology integration: A mixed-method study*, Boise State University, Doctoral Dissertation, Boise, Idaho.
- Pradana, D. A., Degeng, I. N. S., Kuswandi, D., & Degeng, M. D. K. (2024). Self-efficacy of preservice teachers in technology-based learning in diverse classrooms: a case study at an Indonesian private university. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 16(5), 2026-2046. <https://doi.org/10.1108/JARHE-06-2023-0236>
- Revelle, W., & Zinbarg, R. E. (2009). Coefficients alpha, beta, omega, and the GLB: Comments on Sijsma. *Psychometrika*, 74(1), 145-154. <https://doi.org/10.1007/s11336-008-9102-z>
- Rigg, I. M., & Enochs, L. G. (1990). Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy beliefs instrument. *Science Education*, 74(6), 625-637.
- Ritter, J. M., Boone, W. J., & Rubba, P. A. (2001). Development of an instrument to assess prospective elementary teacher self-efficacy beliefs about equitable science teaching and learning (SEBEST). *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 175-198. <https://doi.org/10.1023/A:1016747713585>
- Shertzer, R. P. (2023). *A predictive correlational study of factors affecting teachers' technology self-efficacy*. Liberty University, Doctoral Dissertations and Projects, Virginia.
- Stevens, J. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (Vol. 4). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sumi, V. S., & Shaikh, S. A. (2021). Pedagogical use of ICT in science education in the light of techno pedagogical content knowledge (TPCK). *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 9(1), 156-161.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics* (7th Ed.). Pearson.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Timur, B., & Taşar, M. F., (2021). Investigation of technology-assisted teaching instructions on pre-service teachers' self-confidence and self-efficacy beliefs about using computer in science teaching. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 15(36), 1-14. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.367.1>
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 783-805. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00036-1)

- Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231-250. <https://doi.org/10.1080/15391523.2004.10782414>
- Willis, G. B. (2005). *Cognitive interviewing: A tool for improving questionnaire design*. New York: Sage Publication Inc.
- Yükseköğretim Kurulu [YÖK]. (2018). *Fen bilgisi öğretmenliği yetiştirme lisans programı*.
- Zeng, Y., Wang, Y., & Li, S. (2022). The relationship between teachers' information technology integration self-efficacy and TPAC: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 13, 1091017. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1091017>
- Zhang, Z., Maeda, Y., Newby, T., Cheng, Z., & Xu, Q. (2023). The effect of preservice teachers' ICT integration self-efficacy beliefs on their ICT competencies: The mediating role of online self-regulated learning strategies. *Computers & Education*, 193, 104673. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104673>

Extended Abstract

Due to rapid changes in technology, teachers are supposed to participate in continuous and sustainable professional development processes (Annetta et al., 2013). Technology integration has evolved over time, transforming teaching methods (Shertzer, 2023). In this context, the self-efficacy of teachers and pre-service teachers towards technology-based teaching practices has become increasingly important (Menon et al., 2019; Wang, Ertmer, & Newby, 2004). In science teaching in particular, teachers' efficacy beliefs toward technology and science teaching should be strong. These beliefs directly affect motivation to effectively integrate technology into teaching and the ability to overcome difficulties (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Teachers with high self-efficacy can more effectively use student-centered strategies, successfully integrate technology into the classroom, and provide enriched learning environments (Bandura, 1997; Foulger et al., 2017; Koehler & Mishra, 2009; Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Conversely, low self-efficacy increases the tendency to rely on traditional methods and avoid technology (Ertmer et al., 2012; Kim et al., 2013). Therefore, teacher education programs play a critical role in developing pre-service teachers' competencies in technology integration for science teaching (Abbitt, 2011; Mama & Hennessy, 2013). However, there is a lack of valid and reliable measurement tools to assess these competencies. The objective of this study is to develop a measurement tool to assess these constructs. The concept of self-efficacy in science teaching consists of two distinct and interrelated dimensions, as posited by Riggs and Enochs in 1990, personal efficacy and teaching outcome. Teachers' self-efficacy in science teaching becomes more important when supported by technology (Kartal & Dilek, 2021a; Liu et al., 2020). Technology-supported inquiry-based learning has been demonstrated to enhance conceptual understanding and facilitate the concretization of abstract concepts through the utilization of digital tools (Liu et al., 2011; Hennessy et al., 2006; Chiu & Churchill, 2015). Teachers' self-

efficacy beliefs about technology use are directly reflected in classroom practices (Muslimin et al., 2022; Lee & Tsai, 2010). Furthermore, empirical evidence suggests that experiential learning opportunities and engagement with digital tools enhance the professional confidence and technological aptitude of preservice teachers (Aydemir & Demihkan, 2024; Portaro et al., 2024). Consequently, the assessment of technology-based science teaching competencies among pre-service teachers and the provision of structured programs to cultivate these competencies are imperative for the enhancement of science education.

The scale developed in this study was designed to measure pre-service teachers' self-efficacy and outcome expectations in technology-supported science teaching. It was structured as a 7-point Likert-type scale (DeVellis & Thorpe, 2021). The scale was developed in four stages: a literature review and item generation, expert opinions, a pilot study, and validity and reliability analyses. Based on Bandura's (1997) self-efficacy theory, the first stage involved examining existing scales in the literature (Enochs & Riggs, 1990; Wang et al., 2004; Tschannen-Moran & Hoy, 2001) and creating an item pool of 75 items. A Turkish language expert evaluated these items in terms of language, expression, and cultural appropriateness (Polit & Beck, 2006; Bandalos, 2018), and repetitive or semantically similar items were removed, reducing the number of items to 65. In the second stage, three field experts evaluated the items for conformity to self-efficacy theory, clarity, and conceptual consistency (Haynes et al., 1995; DeVellis & Thorpe, 2021). Fleiss's Kappa value was calculated to be .91, which indicates a high level of agreement among the experts. After receiving feedback from experts, the scale was reduced to 58 items. In the third stage, the comprehensibility of the items was tested through interviews with four pre-service teachers using the think-aloud method (Willis, 2005). In the final stage, exploratory and confirmatory factor analyses were conducted and internal consistency was tested using Cronbach's alpha coefficient (Tavakol & Dennick, 2011).

Consequently, the scale consists of two factors: "Self-Efficacy for Teaching Science with Technology" and "Outcome Expectancy for Teaching Science with Technology." Exploratory Factor Analysis was conducted with a comprehensive sample of 358 participants (KMO=0,963; total variance=63,778%). Cronbach's alpha coefficients were high: 0,964 for self-efficacy, 0,950 for outcome expectancy, and 0,963 for the overall scale (Nunnally & Bernstein, 1994). Additionally, item-total correlations ranged from 0,584 to 0,738, supporting the scale's internal consistency. Confirmatory factor analysis showed that the model provided a good fit ($\chi^2/df=2,658$, RMSEA<0,08, CFI=0,95) (Hu & Bentler, 1999). The scale reliably measures efficacy beliefs toward technology-enriched science teaching and provides an important tool for research and teacher education policies.

Ek

Ölçme Aracı, 7'li likert olarak geliştirilmiş olup olumsuz madde bulunmamaktadır. Ölçek, 'Kesinlikle Katılmıyorum' (1) ile 'Kesinlikle Katılıyorum' (7) arasında değişen aralıklarla değerlendirilmiştir."

Teknoloji ile Fen Öğretimi Yeterlilik Ölçeği	Kesinlikle Katılmıyorum							Kesinlikle Katılıyorum						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.Fen derslerinde teknolojiyi, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre kullanabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
2.Fen öğretiminde kullandığım teknolojileri etkili bir şekilde yönetebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3.Fen öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin gerekli becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
4.Fen öğretiminde öğrencilerin teknolojik araçları kullanmada zorlandıklarında onlara yardımcı olabileceğime inanıyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
5.Öğrencilerin öğrenme süreçlerini değerlendirmek için çeşitli teknolojik araçları etkili bir şekilde kullanabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
6.Etkili fen öğretimi için teknolojiyi bilinçli ve amaca yönelik kullanma konusunda kendime güveniyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
7.Teknolojiyi kullanarak fen kavramlarını etkili bir şekilde öğretmek için gerekli adımların neler olduğunu biliyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
8.Yeni teknolojileri fen derslerine dahil edebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
9.Fen öğretimini geliştirmek için uygun teknolojik kaynakları seçme konusunda kendime güvenirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
10.Teknoloji ile fen öğretimi yaparken kendimi rahat hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
11.Teknolojiyi kullanarak fen öğretirken öğrencilerin beklentilerine cevap vereceğime inanıyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
12.Fen öğretiminde teknolojiyi kullanarak yeni öğretim yolları geliştirebileceğime inanıyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
13.Fen öğretimine teknolojiyi etkili bir şekilde entegre etme konusunda kendime güveniyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
14.Fen öğretiminde karşılaşılabileceğim teknolojik sorunları çözebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
15.Fen öğretiminde teknoloji kullanımını geliştirmek için araştırmalar yaparım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
16.Teknolojiyi kullanarak çeşitli fen materyalleri hazırlayabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
17.Teknoloji, fen konularını daha anlaşılır hale getirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

18.Teknoloji kullanımı, öğrencilerin fen konularını daha keyifli bir şekilde öğrenmelerini sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
19.Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
20.Fen öğretiminde teknoloji kullanımı, öğrenciler arasındaki iş birliğini geliştirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
21.Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin fen kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirmelerini kolaylaştırır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
22.Öğrenciler, teknolojiyle desteklenen fen derslerinde daha fazla etkileşimde bulunma fırsatına sahip olurlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
23.Teknoloji ile desteklenen fen dersleri, öğrencilerin bağımsız öğrenmelerini destekler.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
24.Teknoloji kullanımı, öğrencilerin fen konularını daha derinlemesine anlamalarını sağlayabilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
25.Öğrenciler, teknolojiyle desteklenen fen derslerinde daha aktif bir rol alırlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
26.Teknoloji, öğrencilerin fen konularını öğrenme süreçlerini daha etkin hale getirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
27.Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin iletişim becerilerini güçlendirir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
28.Teknoloji destekli fen öğretimi, öğrencilerin bilimsel kaynakları daha etkili bir şekilde kullanmalarını sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
29.Öğrenciler, teknolojiyle desteklenen fen derslerinde daha kolay öğrenirler.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
30.Teknoloji, öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik özgüvenlerini artırır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)