

Research Article

Open Access

Development and Validation of the Artificial Intelligence Literacy Scale for Pre-Service Teachers

Soner ARIK¹  Mustafa ÖZDERE²  Mehmet ÇETİN^{3*} 

^{1,2} Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Türkiye, sarik38sarik@gmail.com; mozdere@ohu.edu.tr

³ Niğde, Türkiye, mhmt.cetin10@gmail.com


* Corresponding Author: mhmt.cetin10@gmail.com

Article Info

Received: 29 September 2025

Accepted: 02 April 2026

Published: 07 May 2026

 10.18009/jcer.1792826

Keywords: AI literacy, teacher candidates, scale development, validity, reliability

Publication Language: Turkish

This article was published under the continuous publishing model.

Abstract

The purpose of this study is to develop a culturally and pedagogically sensitive scale to measure pre-service teachers' levels of artificial intelligence (AI) literacy and to examine the validity and reliability properties of this scale. The study was conducted in two phases. In the first phase, a 42-item draft form was administered to 450 teacher candidates; in the second phase, confirmatory factor analysis was performed on data obtained from 306 participants. The analyses revealed that the model demonstrated acceptable fit (CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .072, SRMR = .059) and that the final version of the scale consists of a three-factor structure with 23 items. It was determined that the scale's internal consistency coefficients were high, while the composite reliability and average explained variance values were found to be adequate. The findings indicate that the artificial intelligence literacy scale for teacher candidates is a valid and reliable measurement tool.



To cite this article: Arık, S., Özder, M. & Çetin, M. (2026). Öğretmen adayları için yapay zeka okuryazarlığı ölçeği: Geliştirme, geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *J. Comp. Educ. Res.*, 14, e2614029 <https://doi.org/10.18009/jcer.1792826>


Öğretmen Adayları İçin Yapay Zeka Okuryazarlığı Ölçeği: Geliştirme, Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Makale Bilgisi

Geliş: 29 Eylül 2025

Kabul: 02 Nisan 2026

Yayın: 07 Mayıs 2026

 10.18009/jcer.1792826

Anahtar kelimeler: Yapay zeka okuryazarlığı, öğretmen adayları, ölçek geliştirme, geçerlik, güvenilirlik

Yayın Dili: Türkçe

Bu makale sürekli yayın modeli kapsamında yayımlanmıştır.

Öz

Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının yapay zekâ (YZ) okuryazarlığı düzeylerini ölçmeye yönelik, kültürel ve pedagojik bağlama duyarlı bir ölçek geliştirmek ve bu ölçeğin geçerlik ile güvenilirlik özelliklerini incelemektir. Araştırma iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada, 42 maddelik taslak form 450 öğretmen adayına uygulanmış, ikinci aşamada ise 306 katılımcıdan elde edilen veriler üzerinde doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda, modelin kabul edilebilir düzeyde uyum gösterdiği belirlenmiş (CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .072, SRMR = .059) ve ölçeğin son formunun 23 maddelik üç faktörlü bir yapıdan oluştuğu saptanmıştır. Ölçeğin iç tutarlılık katsayılarının yüksek olduğu, birleşik güvenilirlik ve ortalama açıklanan varyans değerlerinin ise yeterli düzeyde bulunduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, öğretmen adayları için yapay zekâ okuryazarlığı ölçeği'nin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Summary

Development and Validation of the Artificial Intelligence Literacy Scale for Pre-Service Teachers

Soner ARIK ¹  Mustafa ÖZDERE ²  Mehmet ÇETİN ^{3*} 

^{1,2} Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Türkiye, sarik38sarik@gmail.com; mozdere@ohu.edu.tr

³ Niğde, Türkiye, mhmt.cetin10@gmail.com

* Corresponding Author: mhmt.cetin10@gmail.com

Introduction

The growing integration of artificial intelligence (AI) technologies into educational settings has increased the need for teachers who can use these tools in informed, effective, and ethically responsible ways. In this context, AI literacy has become an important competence for pre-service teachers, who are expected not only to understand AI tools but also to evaluate their pedagogical and ethical implications in classroom practice.

Theoretical Framework and Rationale

This study was grounded in the AI literacy literature as well as teacher education and digital competence frameworks. During the scale development process, the item pool was informed by a broad theoretical perspective that included cognitive, behavioral, affective, ethical, pedagogical, metacognitive, and innovation-related dimensions. However, the empirical analyses indicated that these dimensions were not fully differentiated in participants' responses and were better represented under a more parsimonious three-factor structure.

Scale Development Process

The study aimed to develop a culturally and pedagogically sensitive scale to assess pre-service teachers' AI literacy levels and to examine its validity and reliability. Initially, a 42-item draft form was created based on a literature review, expert feedback, and content considerations relevant to teacher education in Türkiye. Scenario-based vignettes were used during the development process to provide realistic educational contexts and to support item writing; however, these vignettes were not treated as separately scored items in the factor analyses.

Method

The study was conducted in two phases. In the first phase, exploratory factor analysis (EFA) was carried out with data collected from 450 pre-service teachers. As a result of the EFA, the scale was reduced to a 25-item structure with three factors. In the second phase, confirmatory factor analysis (CFA) was conducted with a different sample of 306 participants. CFA results indicated acceptable model fit (CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .072, SRMR = .059). Following further evaluations during the CFA stage, the final version of the scale consisted of 23 items.

Findings

The findings showed that the scale had a valid and reliable three-factor structure. Internal consistency coefficients were high, and the composite reliability and average variance extracted values were also found to be adequate. In addition, the higher-order CFA supported the interpretation that the three factors could be considered components of a broader AI literacy construct. Overall, the results indicate that the Artificial Intelligence Literacy Scale for Pre-Service Teachers is a psychometrically sound instrument.

Conclusion

The scale developed in this study provides a valid and reliable tool for assessing pre-service teachers' AI literacy in a culturally and pedagogically meaningful way. It may be used in teacher education research and practice to identify needs, examine competence levels, and support future efforts related to AI integration in education.

Giriş

Yapay zeka (YZ) teknolojilerinin eğitim, iş dünyası ve günlük yaşam üzerindeki etkisi hızla artarken, bu teknolojilerin bilinçli, etkili ve etik bir şekilde kullanılmasını sağlayan YZ okuryazarlığı kavramı küresel bir öncelik haline gelmiştir. YZ okuryazarlığı, bireylerin YZ sistemlerinin temel prensiplerini anlamalarını, bu sistemlerle etkileşim kurmalarını, eleştirel bir şekilde değerlendirmelerini ve etik ilkelerle uyumlu bir şekilde uygulamalarını kapsayan çok boyutlu bir beceri seti olarak tanımlanmaktadır (Karakuş, vd., 2024; Long & Magerko, 2020). Eğitim bağlamında, YZ tabanlı araçların, örneğin ChatGPT, otomatik değerlendirme sistemleri ve kişiselleştirilmiş öğrenme platformlarının yaygınlaşması, öğretmen adaylarının bu teknolojileri pedagojik süreçlere entegre etme, etik ve sosyal etkilerini analiz etme ve öğrencileri dijital vatandaşlık becerileriyle donatma yetkinliklerini zorunlu kılmaktadır (Ayanwale vd., 2024; Karakuş, 2023; Ng vd., 2021; Ok vd., 2025). Türkiye’de, YZ teknolojilerinin eğitim sistemine entegrasyonu Milli Eğitim Bakanlığı’nın (MEB) 2023-2027 stratejik planında öncelikli hedefler arasında yer alırken, öğretmen adaylarının YZ okuryazarlığına yönelik yeterliliklerini ölçen, pedagojik bağlama özgü ve kültürel olarak uyarlanmış ölçeklerin eksikliği dikkat çekmektedir (Çelebi vd., 2023).

Literatürde yapay zeka okuryazarlığını ölçmek amacıyla geliştirilen ölçekler çoğunlukla genel kullanıcı gruplarına, üniversite öğrencilerine ya da belirli meslek alanlarına odaklanmaktadır. Buna karşın, öğretmen adaylarının yapay zekayı sınıf içi süreçlerde pedagojik ve etik açıdan nasıl değerlendirdiklerini çok boyutlu biçimde ölçen, kültürel bağlama duyarlı araçlar sınırlıdır. Türkiye bağlamında ise öğretmen adaylarına yönelik, pedagojik kullanım, etik değerlendirme ve bağlamsal karar verme süreçlerini birlikte ele alan bir ölçme aracına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının yapay zeka okuryazarlığı düzeylerini ölçmeye yönelik, kültürel ve pedagojik bağlama duyarlı bir ölçek geliştirmek ve bu ölçeğin geçerlik ile güvenilirlik özelliklerini incelemektir. Bu kapsamda çalışmada, (i) öğretmen adaylarına yönelik bir madde havuzu oluşturulması, (ii) ölçeğin faktör yapısının açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleriyle sınanması ve (iii) geliştirilen ölçme aracının güvenilirlik ve geçerlik kanıtlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

YZ Okuryazarlığı Kavramı ve Öğretmen Adayları için Önemi

YZ okuryazarlığı, bireylerin YZ teknolojilerinin temel kavramlarını anlamalarını, bu teknolojileri etkili bir şekilde kullanmalarını, eleştirel bir şekilde değerlendirmelerini ve etik ilkelerle uyumlu bir şekilde uygulamalarını sağlayan bir yeterlilik olarak tanımlanmaktadır. Long ve Magerko (2020), YZ okuryazarlığını, teknik bilgi, pratik uygulama ve etik farkındalık gibi çoklu bileşenleri içeren bir çerçeve olarak kavramsallaştırmıştır. Ng ve diğerleri (2021), bu kavramı dört temel boyutta ele almıştır: bilişsel (YZ'nin temel prensiplerini anlama), davranışsal (YZ araçlarını kullanma ve uygulama), duyuşsal (YZ kullanımına yönelik tutumlar ve öz-yeterlik) ve etik (YZ'nin gizlilik, önyargı ve toplumsal sorumluluk gibi etkilerini değerlendirme). Bu boyutlar, özellikle öğretmen adayları için, YZ teknolojilerini pedagojik süreçlere entegre etme, öğrencilerin eleştirel düşünme ve dijital vatandaşlık becerilerini geliştirme ve teknoloji temelli öğrenme ortamları oluşturma açısından kritik öneme sahiptir.

Öğretmen adaylarının YZ okuryazarlığı, yalnızca teknik bir beceri değil, aynı zamanda pedagojik bir araçtır. Younis (2025), öğretmenlerin YZ okuryazarlığının, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve etik karar alma becerilerini desteklemede önemli bir rol oynadığını savunmaktadır. Zawacki-Richter ve diğerleri (2019), bu bağlamda öğretmenlerin hem teorik hem de pratik yeterliliklere ihtiyaç duyduğunu belirtmektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının YZ okuryazarlığını ölçen ve pedagojik bağlama özgü bir ölçeğin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

YZ Okuryazarlığı Ölçüm Araçları ve Sınırlılıkları

Literatürde, YZ okuryazarlığını ölçmek için çeşitli ölçekler geliştirilmiştir; ancak bu ölçeklerin çoğu, öğretmen adaylarının pedagojik bağlamdaki ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalmaktadır. Örneğin, genel popülasyonun (Wang ve diğerleri, 2022), ortaokul öğrencilerinin (Ng ve diğerleri, 2024) ve tıp öğrencilerinin (Karaca ve diğerleri, 2021) YZ okuryazarlığını değerlendirmeyi hedefleyen çeşitli ölçeklerin pedagojik bağlamda uygulanabilirlikleri sınırlıdır. Alan yazında, öğretmenlerin YZ okuryazarlıklarına odaklansa da öğretmen adaylarının pedagojik bağlamda YZ kullanımını ölçme amacını tam olarak karşılamayan ölçekler de bulunmaktadır. Örneğin, Hornberger ve diğerleri (2023) tarafından üniversite öğrencilerine yönelik geliştirilen YZ okuryazarlığı testi öğretmen adaylarının duyuşsal veya davranışsal becerilerini göz ardı edip sadece bilgi temelli bir yaklaşıma

odaklanmaktadır. Younis (2025) tarafından öğretmenlere özgü geliştirilen YZ Okuryazarlığı (AIL) ölçeği ise Türk öğretmen adaylarının kültürel ve dilbilimsel özelliklerine tam uyum sağlayacak biçimde uyarlamaya ihtiyaç duymaktadır. Türkiye bağlamında yapılan uyarlama çalışmaları, örneğin Çelebi ve diğerleri (2023) ile Uğraş ve diğerleri (2024), genel popülasyon veya üniversite öğrencilerine odaklanmış, öğretmen adaylarının pedagojik ihtiyaçlarına yönelik spesifik bir ölçek geliştirilememiştir. Chai ve diğerleri (2023), öğretmenlerin YZ okuryazarlığını çok boyutlu bir şekilde ele almak yerine, daha çok tutum ve algılara odaklanmaktadır. Son olarak, Carolus ve diğerleri (2023) tarafından geliştirilen Meta AI Literacy Scale (MAILS), YZ kullanımına yönelik öz-refleksiyon ve meta-bilişsel farkındalık gibi yenilikçi boyutlar içerse de, pedagojik bağlama özgü maddeler sunmamakta ve Türk eğitim sistemine uyarlanmamıştır.

Bu çalışmalar, YZ okuryazarlığı ölçümüne önemli katkılar sunmakla birlikte, öğretmen adaylarının pedagojik bağlamda YZ kullanımına yönelik kapsamlı bir ölçme aracı geliştirme ihtiyacını tam olarak karşılamamaktadır. Mevcut çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının yapay zekâyı pedagojik ve etik bağlamda nasıl değerlendirdiklerini ölçen, Türkiye bağlamına duyarlı ve öğretmen eğitimi odağında geliştirilen ölçme araçlarının sınırlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, mevcut araştırmada öğretmen adaylarına yönelik kültürel ve pedagojik bağlama duyarlı bir ölçek geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi (TPİB) Modeli

TPİB modeli, Mishra ve Koehler (2006) tarafından geliştirilen ve öğretmenlerin teknolojiyi pedagojik ve içerik bilgisiyle bütünleştirme yeterliklerini açıklayan bir teorik çerçevedir. Model, üç temel bilgi alanının (içerik bilgisi – Content Knowledge [CK], pedagojik bilgi – Pedagogical Knowledge [PK] ve teknolojik bilgi – Technological Knowledge [TK]) kesişimlerinden oluşur ve bu alanların etkileşiminden doğan yedi farklı bilgi türünü kapsar.

Mishra ve Koehler'e (2006) göre, etkili teknoloji entegrasyonu; içerik bilgisi, pedagojik bilgi ve teknolojik bilgi arasındaki dinamik ve etkileşimsel ilişkinin dikkate alınmasını gerektirir. Bu model, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda yalnızca teknik becerilere değil, aynı zamanda bu teknolojilerin pedagojik olarak nasıl ve ne zaman kullanılacağına ilişkin eleştirel bir anlayışa sahip olmalarını öngörmektedir.

TPİB modeli, öğretmen eğitiminde sıklıkla kullanılmakta ve öğretmenlerin dijital pedagojik becerilerinin geliştirilmesinde yol gösterici olmaktadır (Koh vd., 2014). Modelin en önemli katkısı, teknoloji entegrasyonunun yalnızca teknik bir süreç olmadığını, aynı zamanda pedagojik ve içerik bilgisiyle harmanlanması gerektiğini vurgulamasıdır.

DigCompEdu Çerçevesi

Avrupa Komisyonu tarafından geliştirilen DigCompEdu çerçevesi ise öğretmenlerin dijital yeterliklerini değerlendirmek ve geliştirmek amacıyla yapılandırılmış kapsamlı bir modeldir (Redecker, 2017). Çerçeve, altı yeterlik alanında toplam 22 yeterliği tanımlar ve öğretmenlerin dijital araçları öğretim, değerlendirme, etkileşim ve profesyonel gelişim gibi alanlarda nasıl etkili biçimde kullanabileceklerine dair yol gösterir.

DigCompEdu, özellikle Avrupa'daki öğretmen eğitim programlarında referans model olarak benimsenmiş olup, öğretmenlerin dijital dönüşüm sürecindeki rollerini anlamalarına katkı sağlamaktadır (Caena & Redecker, 2019). Çerçevenin temel hedeflerinden biri, öğretmenlerin sadece dijital araçlara erişimini değil, bu araçları pedagojik amaçlarla etkili şekilde kullanma becerilerini de geliştirmektir.

DigCompEdu'nun pedagojik yönelimi, TPİB modeliyle örtüşmekte ve her iki model de öğretmenlerin dijital çağda sahip olması gereken bileşenleri bütüncül bir şekilde ele almaktadır. Ancak, TPİB daha çok teorik bir yapı sunarken, DigCompEdu uygulamaya dönük, seviye bazlı değerlendirme ve gelişim araçları sunması bakımından fark yaratmaktadır.

Önerilen ölçeğin özgün katkıları, yalnızca pedagojik bağlama özgü bir ölçme aracı sunmasıyla sınırlı değildir. Ölçek, öğretmen eğitimi programlarının YZ entegrasyonuna yönelik ihtiyaç analizlerini destekleyerek, müfredat geliştirme süreçlerine veri temelli katkılar sağlar. Ayrıca, MEB'in dijital dönüşüm stratejilerine uyumlu olarak, YZ'nin eğitimde etik ve etkili kullanımına yönelik profesyonel gelişim programlarının tasarlanmasına rehberlik eder. Uluslararası literatüre de katkı sunan ölçek, Türk öğretmen adaylarından elde edilen verilerle, YZ okuryazarlığı çalışmalarına kültürel ve pedagojik bir perspektif kazandırır.

Sonuç ve Çalışmanın Katkıları

Literatür, YZ okuryazarlığını ölçmek için önemli adımlar atmış olsa da, öğretmen adaylarının pedagojik bağlamda YZ kullanımını çok boyutlu bir şekilde değerlendiren,

kültürel olarak uyarlanmış ve senaryo temelli ölçeklere olan ihtiyaç devam etmektedir. Önerilen ölçek, mevcut ölçeklerin sınırlılıklarını (pedagojik entegrasyon eksikliği, kültürel uyarlama yetersizliği, senaryo temelli değerlendirme eksikliği) gidererek, Türk öğretmen adaylarının YZ okuryazarlığını kapsamlı bir şekilde ölçen bir araç sunar. Ölçek, bilişsel, davranışsal, duyuşsal, etik, pedagojik entegrasyon, üstbiliş ve yenilikçilik-yaratıcılık boyutlarını içererek, öğretmen adaylarının YZ'yi sınıflarında etkili, etik ve yaratıcı bir şekilde kullanma yetkinliklerini değerlendirir. Türk eğitim sistemine özgü kültürel ve dilbilimsel uyarlama, senaryo temelli vinyetler ve pedagojik bağlama odaklanması, ölçeğin özgünlüğünü ve yerel bağlamdaki önemini artırmaktadır.

Yöntem

Bu çalışma yapay zeka okuryazarlığının ölçülmesi için bir ölçme aracının geliştirilmesine yönelik bir araştırmadır. Veri toplama aracının oluşturulmasına ilişkin gerekli prosedürlerin kapsamlı açıklaması sunulmakta ve araştırmaya katılım sağlayan katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin analiz bulguları yer almaktadır.

Çalışma Grubu

Bu araştırmada, öğretmen adaylarına yönelik geliştirilen “Yapay Zeka Okuryazarlığı Ölçeği”nin geçerlik ve güvenirlik çalışmalarını gerçekleştirmek amacıyla iki ayrı çalışma grubu oluşturulmuştur. Bu gruplardan ilki açımlayıcı faktör analizi (AFA), ikincisi ise doğrulayıcı faktör analizi (DFA) için belirlenmiştir. AFA ve DFA'nın farklı örneklemeler üzerinde uygulanması, ölçeğin yapı geçerliğine dair elde edilen kanıtların daha güvenilir ve genellenebilir olmasını sağlamaktadır (DeVellis, 2017; Tabachnick & Fidell, 2013). Her iki çalışma grubunda da tesadüfi olmayan kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmaya toplam 756 öğretmen adayı katılmıştır. Bunlardan 450'si AFA için, 306'sı ise DFA için çalışmaya katılmıştır.

Çalışma Grubu 1 (Açımlayıcı Faktör Analizi)

Araştırmanın ilk aşamasında, Yapay Zeka Okuryazarlık Ölçeği'nin taslak formuna yönelik açımlayıcı faktör analizi (AFA) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında farklı bölümlerde öğrenim görmekte olan toplam 450 öğretmen adayı çalışma grubunu oluşturmuştur. Ölçeğin ilk hali olan 42 maddelik form uygulanmış, analizler sonucunda madde analizleri ve faktör yüklerine bağlı olarak bazı maddeler

çkarılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi çalışma grubuna ilişkin sosyo-demografik özellikler Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Açımlayıcı faktör analizi çalışma grubuna ilişkin sosyo-demografik özellikler

Değişken	Kategori	f	%	
Cinsiyet	Kadın	305	67,78	
	Erkek	145	32,22	
Anabilim Dalı	Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık	75	16,67	
	Sosyal Bilgiler Eğitimi	72	16	
	Türkçe Eğitimi	64	14,22	
	İngiliz Dili Eğitimi	62	13,78	
	Matematik Eğitimi	53	11,78	
	Okul Öncesi Eğitimi	43	9,56	
	Sınıf Öğretmenliği	28	6,22	
	Fen Bilgisi Eğitimi	16	3,56	
	Müzik Eğitimi	12	2,67	
	Resim-İş Eğitimi	10	2,22	
	Özel Eğitim	5	1,11	
	Eğitim Programları ve Öğretim	4	0,89	
	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi	4	0,89	
	Hayat Boyu Öğrenme ve Yetişkin Eğitimi	2	0,44	
	Öğrenim Durumu	Lisans 2. Sınıf	172	38,22
Lisans 1. Sınıf		112	24,89	
Lisans 3. Sınıf		98	21,78	
Lisans 4. Sınıf		34	7,55	
Lisans Mezunuyum (Mezun Öğrenciler Öğretmenlik Uygulaması Dersi Alıyorum)		16	3,56	
Lisans Mezunuyum (Lisansüstü Eğitim Almıyorum)		6	1,33	
Yüksek Lisans		6	1,33	
Doktora		6	1,33	
Yapay Zeka Eğitimi Alma Durumu		Hayır	419	93,11
		Evet	31	6,89
Daha Önce Kullanılan Yapay Zeka Araçları	Sohbet Robotları (Chatbot)	283	48,13	
	Diğer	103	17,52	
	Hiçbiri	67	11,39	
	Akıllı Öğretim Sistemleri	56	9,52	
	Uyarlanabilir Platform	51	8,67	
	Otomatik Notlandırma	28	4,76	
Yapay Zeka Araçlarını Kullanım Sıklığı	Günlük	158	35,11	
	Haftalık	154	34,22	
	Nadiren	96	21,33	
	Aylık	29	6,44	
	Hiç Kullanmıyorum	13	2,89	
	Faydalı	240	53,33	
Yapay Zeka Araçlarının Faydalılığına İlişkin İnanç Durumu	Çok Faydalı	149	33,11	
	Kararsızım	59	13,11	
	Tamamen Faydasız	1	0,22	
	Faydasız	1	0,22	
Yapay Zeka Temelli Bir Eğitim Aracını Resmi Olarak Değerlendirme Deneyimi	Hayır	371	82,44	
	Evet	79	17,56	

Tablo 1’de yer alan bulgular incelendiğinde, katılımcıların %67,78’inin kadın, %32,22’sinin erkek olduğu görülmektedir. Ana bilim dallarına göre katılımcıların %16,67’si

Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık, %16,00'ı Sosyal Bilgiler Eğitimi, %14,22'si Türkçe Eğitimi ve %13,78'i İngiliz Dili Eğitimi programlarında öğrenim görmektedir. Öğrenim durumu açısından katılımcıların %38,22'si lisans 2. sınıf, %24,89'u lisans 1. sınıf, %21,78'i lisans 3. sınıf, %1,33'ü yüksek lisans ve %1,33'ü doktora düzeyindedir. Ayrıca örnekleme öğretmenlik uygulaması sürecinde bulunan mezun öğretmen adayları da yer almaktadır.

Öğrenim durumu bağlamında, katılımcıların büyük çoğunluğunun lisans düzeyinde öğrenim görmekte olduğu, özellikle Lisans 2. sınıf (%38,22), Lisans 1. sınıf (%24,89) ve Lisans 3. sınıf (%21,78) öğrencilerinden oluştuğu görülmektedir. Lisansüstü düzeyde ise çok sınırlı sayıda katılımcı yer almaktadır (%1,33 yüksek lisans; %1,33 doktora). Bu dağılım, araştırmanın ağırlıklı olarak lisans öğrencilerine odaklandığını ortaya koymaktadır.

Katılımcıların büyük çoğunluğunun (%93,11) daha önce yapay zeka eğitimi almadığı anlaşılmaktadır. Bu bulgu, öğretmen adaylarının bu alandaki eğitim gereksinimlerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Buna karşın, %6,89'luk bir kesim yapay zeka eğitimi aldığını ifade etmiştir.

Daha önce kullanılan yapay zeka araçları incelendiğinde, en fazla belirtilen aracın sohbet robotları (%48,13) olduğu görülmektedir. "Diğer" (%17,52) ve "Hiçbiri" (%11,39) yanıtları da dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra, akıllı öğretim sistemleri (%9,52) ve uyarlanabilir platformlar (%8,67) gibi eğitim teknolojisi araçları da kayda değer oranlarda kullanılmıştır. Bu veriler, katılımcıların büyük çoğunluğunun yapay zeka temelli araçlarla bir ölçüde temas ettiğini, ancak bu deneyimin çoğunlukla yüzeysel ve sınırlı olduğunu düşündürmektedir.

Yapay zeka araçlarını kullanım sıklığına ilişkin bulgulara göre, katılımcıların %35,11'i bu araçları günlük, %34,22'si ise haftalık olarak kullandığını belirtmiştir. Nadiren kullananların oranı %21,33 iken, hiç kullanmadığını belirtenler yalnızca %2,89'dur. Bu durum, belirli bir düzeyde kullanım alışkanlığının oluştuğunu göstermektedir.

Katılımcıların yapay zeka araçlarının faydalılığına yönelik tutumları da olumlu yöndedir. Katılımcıların %53,33'ü bu araçları "faydalı", %33,11'i ise "çok faydalı" olarak değerlendirmiştir. Buna karşılık, "kararsızım" yanıtı verenlerin oranı %13,11 olup, olumsuz görüş belirtenlerin oranı (%0,44) oldukça düşüktür. Bu bulgu, genel anlamda öğretmen adaylarının yapay zeka teknolojilerine yönelik olumlu bir tutum geliştirdiğini göstermektedir.

Son olarak, katılımcıların yalnızca %17,56'sının yapay zeka temelli bir eğitim aracını resmi olarak değerlendirme deneyimi yaşadığı, %82,44'ünün ise böyle bir deneyime sahip olmadığı görülmektedir. Bu da yapay zeka araçlarının eğitim ortamlarında değerlendirilmesine yönelik daha fazla fırsat sunulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çalışma Grubu 2 (Doğrulayıcı Faktör Analizi)

İkinci aşamada, AFA sonucunda elde edilen faktör yapısının doğrulanması amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Bu analiz için farklı bir üniversite örneklemini olarak toplam 306 öğrenci belirlenmiştir. DFA aşamasında, AFA sonucunda belirlenen 25 maddelik ölçek uygulanmış ve veri temizliği, aykırı değer analizi, çok değişkenli normallik kontrolleri gibi ön işlemler gerçekleştirilmiştir. Analizlere yalnızca uygun veri formları dahil edilmiştir. Açımlayıcı faktör analizi çalışma grubuna ilişkin sosyo-demografik özellikler Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Doğrulayıcı faktör analizi çalışma grubuna ilişkin sosyo-demografik özellikler

Değişken	Kategori	f	%
Cinsiyet	Kadın	217	70,9
	Erkek	89	29,1
Anabilim Dalı	Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık	55	18,0
	Türkçe Eğitimi	46	15,0
	İngiliz Dili Eğitimi	42	13,7
	Matematik Eğitimi	41	13,4
	Sosyal Bilgiler Eğitimi	40	13,1
	Sınıf Öğretmenliği	30	9,8
	Okul Öncesi Eğitimi	23	7,5
	Fen Bilgisi Eğitimi	12	3,9
	Resim-İş Eğitimi	8	2,6
	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi	2	0,7
	Eğitim Programları ve Öğretim	2	0,7
	Hayat Boyu Öğrenme ve Yetişkin Eğitimi	2	0,7
	Müzik Eğitimi	2	0,7
	Özel Eğitim	1	0,3
	Öğrenim Durumu	Lisans 2. Sınıf	142
Lisans 1. Sınıf		66	21,6
Lisans 3. Sınıf		56	18,3
Lisans 4. Sınıf		26	8,5
Lisans Mezunuyum (Mezun Öğrenciler Öğretmenlik Uygulaması Dersi Alıyorum)		10	3,3
Yüksek Lisans		4	1,3
Doktora		2	0,7
Yapay Zeka Eğitimi Alma Durumu	Hayır	293	95,8
	Evet	13	4,2
Daha Önce Kullanılan Yapay Zeka Araçları	Sohbet Robotları (Chatbot)	183	45,07
	Diğer	81	19,95

	Hiçbiri	47	11,58
	Akıllı Öğretim Sistemleri	37	9,11
	Uyarlanabilir Platform	36	8,87
	Otomatik Notlandırma	22	5,42
Yapay Zeka Araçlarını Kullanım Sıklığı	Haftalık	116	37,9
	Günlük	88	28,8
	Nadiren	70	22,9
	Aylık	17	5,6
	Hiç Kullanmıyorum	15	4,9
Yapay Zeka Araçlarının Faydalılığına İlişkin İnanç Durumu	Faydalı	172	56,2
	Çok Faydalı	73	23,9
	Kararsızım	59	19,3
	Faydasız	1	0,3
Yapay Zeka Temelli Bir Eğitim Aracını Resmi Olarak Değerlendirme Deneyimi	Tamamen Faydasız	1	0,3
	Hayır	253	82,7
	Evet	53	17,3

Tablo 2 incelendiğinde; katılımcıların cinsiyet dağılımı incelendiğinde, %70,9'unun kadın ve %29,1'inin erkek olduğu görülmektedir. Bu durum, örnekleme kadın bireylerin ağırlıklı olarak temsil edildiğini göstermektedir.

Ana bilim dalı açısından katılımcıların en çok temsil edildiği bölümler Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık (%18), Türkçe Eğitimi (%15) ve İngiliz Dili Eğitimi (%13,7) olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra Matematik Eğitimi, Sosyal Bilgiler Eğitimi ve Sınıf Öğretmenliği gibi öğretmen yetiştiren programlar da yüksek oranda temsil edilmiştir. Bu bulgu, çalışmanın öğretmen adayları üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir.

Öğrenim durumu bağlamında, örneklemin büyük çoğunluğunun lisans düzeyinde olduğu ve özellikle Lisans 2. sınıf (%46,4) ve Lisans 1. sınıf (%21,6) öğrencilerinin baskın olduğu görülmektedir. Lisansüstü düzeydeki katılım ise oldukça düşüktür (%1,3 yüksek lisans, %0,7 doktora), bu da çalışmanın temel olarak lisans öğrencileriyle gerçekleştirildiğini ortaya koymaktadır.

Katılımcıların büyük çoğunluğu (%95,8), daha önce yapay zeka eğitimi almadığını ifade etmiştir. Yalnızca %4,2'si bu tür bir eğitim deneyimine sahiptir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının yapay zeka alanında daha fazla eğitime ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır.

Katılımcıların daha önce kullandıkları yapay zeka araçları arasında en çok belirtilen unsur, %45,07 oranıyla "Sohbet Robotları (Chatbot)" olmuştur. Bu aracı sırasıyla "Diğer" (%19,95), "Hiçbiri" (%11,58), "Uyarlanabilir Platformlar" (%9,11) ve "Akıllı Öğretim Sistemleri" (%8,87) takip etmiştir. Bu sonuç, katılımcıların yapay zekaya ilişkin sınırlı bir

araç repertuarına sahip olduğunu ve özellikle sohbet robotlarının daha fazla bilindiğini göstermektedir.

Yapay zeka araçlarını kullanım sıklığı incelendiğinde, katılımcıların %37,9'unun bu araçları haftalık, %28,8'inin ise günlük olarak kullandığı anlaşılmaktadır. Nadiren kullananların oranı %22,9 iken, hiç kullanmadığını belirtenlerin oranı %4,2'dir. Bu durum, katılımcıların önemli bir kısmının bu teknolojilere belli bir düzeyde aşina olduğunu göstermektedir.

Katılımcıların yapay zeka araçlarının faydalılığına ilişkin görüşleri genellikle olumludur. Katılımcıların %56,2'si bu araçları "faydalı", %23,9'u "çok faydalı" olarak değerlendirmiştir. Buna karşın "kararsız" olduğunu belirtenlerin oranı %15, "faydasız" ve "tamamen faydasız" diyenlerin toplam oranı ise sadece %5,1'dir. Bu da genel olarak olumlu bir tutumun varlığını ortaya koymaktadır.

Son olarak, yapay zeka tabanlı bir eğitim aracını resmi olarak değerlendirme deneyimi bulunanların oranı %17,8 iken, büyük çoğunluk (%82,2) böyle bir deneyime sahip olmadığını belirtmiştir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının uygulamalı deneyimlerinin sınırlı olduğunu ve bu konuda daha fazla fırsata ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

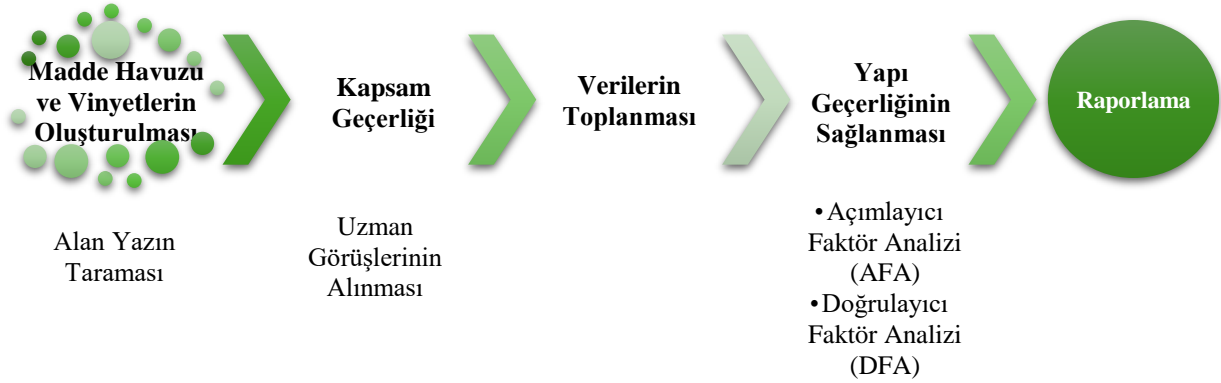
Örneklem Büyüklüğüne İlişkin Değerlendirme

Ölçek geliştirme çalışmalarında örneklem büyüklüğü, analizlerin güvenilirliği ve geçerliliği açısından kritik bir önem taşımaktadır. Literatürde, faktör analizi için her maddeye karşılık en az 5-10 katılımcı önerilmektedir (Hair vd., 2019). DFA için ise en az 250 katılımcının olması yeterli görülmektedir (Hoyle, 1995). Bu araştırmada, AFA aşaması için 450 öğrenci, DFA aşaması için 306 öğrenci yer almış olup, her iki analiz için de yeterli örneklem büyüklüğüne ulaşılmıştır. Bu durum, elde edilen bulguların güvenilirliği ve genellenebilirliği açısından önem taşımaktadır.

Ölçek Geliştirme Süreci

Gerçekleştirilen bu çalışmada, öğretmen adaylarının yapay zeka okuryazarlık düzeylerini değerlendirmek amacıyla geçerli ve güvenilir bir "Yapay Zeka Okuryazarlık Ölçeği" geliştirilmesi hedeflenmiştir. Araştırma kapsamında, ölçek geliştirme çalışmalarında evrensel olarak kabul gören bilimsel ilke ve aşamalar temel alınmıştır. Bu doğrultuda, alan yazında sıklıkla başvurulan ve metodolojik bütünlüğü kanıtlanmış olan ölçek geliştirme prosedürleri analiz edilerek bir çerçeve oluşturulmuştur (DeVellis, 2017; Tavşancıl, 2022).

İlgili literatür incelendikten sonra, ölçeğin geliştirilmesi sürecine yön verecek olan ve araştırmacılar tarafından yaygın biçimde benimsenen aşamalar belirlenmiş ve bu aşamalar aşağıda Şekil 1'de detaylandırılmıştır.



Şekil 1. Ölçek geliştirme süreci basamakları

Şekil 1'de, "Yapay Zeka Okuryazarlık Ölçeği"nin geliştirilmesine yönelik olarak alanyazında kabul gören metodolojik adımlar özetlenmiştir. Süreç; madde havuzunun ve vinyetlerin oluşturulması, kapsam geçerliğinin sağlanması, uzman görüşlerinin alınması, veri toplama, yapı geçerliğinin analitik yöntemlerle incelenmesi (Açımlayıcı ve Doğrulayıcı Faktör Analizleri) ve nihai raporlamayı kapsamaktadır. Çalışmanın devamında her bir aşama detaylı bir şekilde ele alınacak olup, bu kısımda yalnızca sürecin genel hatlarına ilişkin kavramsal bir bakış sunulmaktadır.

Madde Havuzunun Oluşturulması

Ölçek maddelerinin ve vinyetlerin oluşturulması aşamasında, yapay zeka okuryazarlığını çok boyutlu bir yapı olarak kavramsallaştıran ve pedagojik bağlama özgü bir ölçme aracı geliştirmeyi hedefleyen kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Mevcut ölçeklerin pedagojik entegrasyon, kültürel bağlama uygunluk ve senaryo temelli değerlendirme gibi konularda sınırlılıklar taşıdığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, önerilen ölçeğin kuramsal temelini oluşturmak üzere Ng ve diğerleri (2021) ile Younis (2025) tarafından öne sürülen çok boyutlu yapay zeka okuryazarlığı modelleri temel alınmıştır. Ayrıca, öğretmenlik mesleğine özgü pedagojik entegrasyon becerilerini kapsamaması amacıyla

Mishra ve Koehler'in (2006) TPİB modeli ve Avrupa Komisyonu'nun DigCompEdu (Vuorikari vd., 2022) çerçevesinden yararlanılmıştır.

Ölçeğin özgün bir katkı sunması amacıyla, madde havuzu oluşturulurken mevcut ölçeklerden farklı olarak yedi temel boyut (bilişsel, davranışsal, duyuşsal, etik, pedagojik entegrasyon, üstbilgi ve yenilikçilik-yaratıcılık) belirlenmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamlarında karşılaşabilecekleri durumları yansıtan ve etik, pedagojik ve bilişsel karar verme süreçlerini ölçmeye yönelik senaryo temelli vinyetler geliştirilmiştir. Vinyetlerin oluşturulmasında üç aşamalı bir yöntem izlenmiş; önce alanyazın taranmış, ardından uzman görüşleri alınmış ve son olarak pilot uygulama ile anlaşılabilirlik ve bağlamsal uygunluk test edilmiştir.

Bu çalışmada senaryo temelli vinyetlerden, öğretmen adaylarının yapay zeka kullanımına ilişkin etik, pedagojik ve mesleki değerlendirmelerini somut sınıf içi durumlar üzerinden düşünmelerini desteklemek amacıyla yararlanılmıştır. Vinyetler doğrudan puanlanan ölçme maddeleri olarak kullanılmamış; aksine, yapay zeka okuryazarlığının uygulamaya dönük boyutlarını görünür kılmak, madde yazım sürecine gerçekçi bağlam sağlamak ve oluşturulan maddelerin kapsamını güçlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu doğrultuda vinyetler, öğretmen adaylarının algoritmik önyargı, veri gizliliği, akademik dürüstlük ve pedagojik karar verme gibi alanlara ilişkin olası yaklaşımlarını somutlaştıran bağlamsal araçlar olarak değerlendirilmiş; ölçeğin AFA ve DFA'ya dahil edilen puanlanan maddelerinden ayrı tutulmuştur.

Bu kapsamlı çalışmalar sonucunda, 7 alt boyut ve 42 maddeden oluşan bir madde havuzu oluşturulmuştur. Kapsam geçerliğinin sağlanması ve maddelerin dil, anlam ve kavramsal uygunluk açısından değerlendirilmesi amacıyla, ölçek geliştirme ve öğretmen eğitimi alanlarında çalışan 40 uzmana çevrimiçi değerlendirme formu gönderilmiştir. Sürecin sonunda 20 uzmandan detaylı geri bildirim alınmış ve bu geri bildirimler doğrultusunda maddeler ve vinyetler gözden geçirilerek nihai forma yaklaşılmıştır.

Kapsam Geçerliliği

Kapsam geçerliğinin sağlanması amacıyla, literatür taraması ve kuramsal çerçeve doğrultusunda oluşturulan 42 maddelik ön madde havuzu, ölçek geliştirme ve öğretmen eğitimi alanlarında çalışan 40 uzmana elektronik ortamda gönderilmiştir. Uzmanlardan, her bir maddeyi "Gerekli", "Yararlı Fakat Gerekli Değil" veya "Gerekli Değil" şeklinde

değerlendirmeleri ve gerekli gördükleri durumlarda maddelere ilişkin açıklayıcı notlar yazmaları istenmiştir.

Toplam 40 uzmandan 20'si değerlendirme formunu doldurarak geri dönüş sağlamıştır. Uzman değerlendirmelerinin nicel analizinde, Lawshe (1975) tarafından önerilen Kapsam Geçerlik Oranı (KGO) yöntemi kullanılmıştır. Bu yönetime göre, her bir madde için "Gerekli" yanıtı +1, "Yararlı/Yetersiz" ve "Gereksiz" yanıtları ise 0 puan olarak kodlanmıştır. Her maddenin KGO değeri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$KGO = \frac{N_G}{\frac{N}{2}} - 1$$

Burada;

- NG: Maddeyi "Gerekli" olarak değerlendiren uzman sayısını,
- N: Madde hakkında bilgi alınan toplam uzman sayısı.

Hesaplanan KGO değerlerinin anlamlılığını test etmek için, 20 uzmanlık bir panel için belirlenmiş olan minimum kabul edilebilir KGO değeri (kritik değer) .42 olarak alınmıştır (Lawshe, 1975). Her bir maddenin hesaplanan KGO değeri, bu kritik değer ile karşılaştırılmıştır. Hesaplanan KGO değeri .42 ve üzerinde olan maddeler kapsam geçerliği açısından kabul edilirken, bu değer altında kalan maddeler ise revize edilmek veya ölçekten çıkarılmak üzere işaretlenmiştir. İlgili kritik değerler ve hesaplamalar Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Uzman sayısına göre kapsam geçerlik oranı kritik değerleri (Lawshe, 1975)

Uzman Sayısı	KGO Değeri
5	.99
6	.99
7	.99
8	.78
9	.75
10	.62
11	.59
12	.56
13	.54
14	.51
15	.49
20	.42
25	.37
30	.33
35	.31
40+	.29

Tablo 3'te görüldüğü üzere 20 araştırmacının geri dönüt verdiği çalışmalar için kullanılması gereken minimum KGO değeri .42'dir. Bu kapsamda kapsam geçerlik oranı için kritik değer olan .42 değerinin üzerinde kalan maddeler için ölçek formu hazırlanmıştır. Hazırlanan ölçek formunda yer alan maddelerin kapsam geçerlik oranlarına ilişkin bulgular Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4. Maddelerin kapsam geçerlik oranları (KGO) ve kapsam geçerlik indeksine (KGI) ilişkin bulguları

Boyutlar	Madde No	Madde Gerekli Diyen Uzman Sayısı	KGO Değeri	Kapsam Geçerlik İndeksi (KGI)
Bilişsel (Bilgi ve Farkındalık)	1	19	.90	.77
	2	20	1.00	
	3	15	.50	
	4	17	.70	
	5	20	1.00	
	6	17	.70	
	7	17	.70	
	8	17	.70	
Davranışsal (Kullanım ve Uygulama)	9	17	.70	.70
	10	17	.70	
	11	19	.90	
	12	15	.50	
	13	19	.90	
	14	15	.50	
	15	17	.70	
Duyuşsal (Güven ve Değerlendirme)	16	19	.90	.64
	17	16	.60	
	18	15	.50	
	19	20	1.00	
	20	20	1.00	
Etik (Sorumlu Kullanım)	21	15	.50	.82
	22	15	.50	
	23	20	1.00	
	24	19	.90	
	25	18	.80	
	26	16	.60	
Pedagojik Entegrasyon (Öğretim Süreçlerine Uyarlama)	27	18	.80	.72
	28	16	.60	
	29	20	1.00	
	30	18	.80	
Üstbilişsel (Öz Değerlendirme ve Sürekli Öğrenme)	31	17	.70	.74
	32	15	.50	
	33	16	.60	
	34	17	.70	
	35	16	.60	

	36	20	1.00	
	37	18	.80	
Yenilikçilik	38	20	1.00	
(Yaratıcılık ve	39	16	.60	
Disiplinler Arası	40	16	.60	.66
İşbirliği)	41	15	.50	
	42	15	.50	

Toplam Uzman Sayısı: 20

Kapsam Geçerlik Oranı: .42

Kapsam Geçerlik İndeksi Ölçeğin Geneli: .72

Tablo 4'te sunulan verilere göre, toplam 20 uzmanın görüşleri doğrultusunda 42 maddelik ölçeğin kapsam geçerliği analizi yapılmıştır. Lawshe (1975) yöntemine göre, 20 uzman için hesaplanan kritik KGO değeri .42 olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda, tüm maddelerin KGO değerlerinin (.50 ile 1.00 aralığında) kritik değer olan .42'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, ölçekteki 42 maddenin tamamı korunmuştur.

Ölçeğin geneli için hesaplanan Kapsam Geçerlik İndeksi (KGI) değeri ise .72 olarak bulunmuştur. Lawshe (1975) kriterlerine göre, bir ölçeğin kapsam geçerliğinin istatistiksel olarak anlamlı sayılabilmesi için KGI değerinin kritik KGO değerinden büyük olması [$KGI > KGO$ (kritik)] gerekmektedir. Bu çalışmada, elde edilen KGI değeri (.72), kritik değer olan .42'den anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Bu sonuç, geliştirilen 42 maddelik ölçeğin kapsam geçerliğinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, ölçeğin alt boyutları bazında hesaplanan KGI değerleri incelendiğinde:

- Bilişsel Boyut: .77
- Davranışsal Boyut: .70
- Duyuşsal Boyut: .64
- Etik Boyut: .82
- Pedagojik Entegrasyon: .72
- Üstbilişsel Boyut: .74
- Yenilikçilik Boyutu: .66

şeklinde. Tüm alt boyutların KGI değerleri de kritik değer olan .42'nin üzerinde yer almaktadır. Bu bulgu, ölçeğin tüm alt boyutlarının kapsam geçerliğinin sağlandığını desteklemektedir.

Veri Toplama Süreci

Ölçek uygulanmadan önce katılımcılara araştırmanın amacı, gönüllülük esasları ve gizlilik ilkeleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Katılımcılara çalışmaya katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı, istedikleri anda çalışmadan çekilebilecekleri,

toplanan verilerin yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacağı ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacağı açık bir şekilde ifade edilmiştir. Ayrıca, kimlik bilgileri kesinlikle anonimleştirilmiş ve gizlilik titizlikle korunmuştur. Katılımcılar bilgilendirme formunu okuduktan sonra çalışmaya katılmayı kabul ederek onay vermiştir. Bu uygulama, araştırmanın etik standartlara uygun biçimde yürütülmesini sağlamış ve verilerin güvenilirliğini artırmıştır.

Senaryo Temelli Vinyetlerin Geliştirilmesi

Ölçeğin geliştirilme sürecindeki özgün yönlerden biri, öğretmen adaylarının yapay zeka kullanımına ilişkin etik, pedagojik ve mesleki durumları somut bağlamlar içinde değerlendirebilmelerini desteklemek amacıyla senaryo temelli vinyetlerden yararlanılmış olmasıdır. Vinyetler, gerçek sınıf durumlarından esinlenerek hazırlanmış; etik ikilemler, pedagojik kararlar ve yapay zekâ kullanımına ilişkin mesleki değerlendirmeler çerçevesinde kısa senaryolar biçiminde yapılandırılmıştır. Örneğin, bir vinyette öğrencinin yapay zeka tabanlı bir araçla hazırladığı ödevde etik bir sorun yaşamaması betimlenirken, başka bir vinyette öğretmenin yapay zeka destekli bir değerlendirme sistemi ile öğrenci performansını analiz etmesi konu edilmektedir. Bu yönüyle vinyetler, öğretmen adaylarının yapay zeka kullanımına ilişkin durumları gerçekçi ve bağlamsal örnekler üzerinden düşünmelerine katkı sağlayan destekleyici yapılar olarak tasarlanmıştır.

Vinyetlerin geliştirilmesinde üç aşamalı bir süreç izlenmiştir. İlk aşamada, yapay zeka okuryazarlığı ve pedagojik entegrasyon üzerine yürütülen kapsamlı bir literatür taramasından yararlanılmıştır. İkinci aşamada, ölçek geliştirme, ölçme-değerlendirme ve öğretmen eğitimi alanlarında uzman görüşleri alınarak vinyetlerin kapsam ve içerik uygunluğu değerlendirilmiştir. Üçüncü aşamada ise küçük bir öğretmen adayı grubuyla pilot uygulama gerçekleştirilmiş, vinyetlerin anlaşılabilirliği ve bağlamsal uygunluğu test edilmiştir. Bu çalışmada vinyetler doğrudan puanlanan ölçme maddeleri olarak kullanılmamış; madde yazım sürecine bağlam sağlamak, yapay zeka okuryazarlığının etik ve pedagojik boyutlarını somutlaştırmak ve ölçeğin kapsam geçerliğini güçlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu nedenle vinyetler, açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizlerine dahil edilen Likert tipi maddelerden ayrı değerlendirilmiştir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi süreci açımlayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi olmak üzere 2 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA)

Bu çalışmanın ilk aşamasında, Yapay Zeka Okuryazarlığı Ölçeği'nin taslak formunun yapı geçerliğini belirlemek amacıyla Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) yapılmıştır. AFA, ölçek maddelerinin altında yatan yapıyı ortaya koymak ve maddelerin hangi boyutlarda toplandığını belirlemek için yaygın olarak kullanılan güçlü bir istatistiksel tekniktir (Field, 2013; Tabachnick & Fidell, 2013). Bu bağlamda, ölçeğin 42 maddelik taslak formuna ilişkin faktör yapısı incelenmiştir.

AFA öncesinde verilerin faktör analizine uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterlilik testi ve Bartlett Küresellik Testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen KMO katsayısı .96 bulunmuş olup, bu değer örneklem büyüklüğünün ve maddeler arasındaki korelasyon yapısının faktör analizi için oldukça yeterli olduğunu göstermektedir (Kaiser, 1974). Ayrıca, Bartlett Küresellik Testi sonucu anlamlı çıkmıştır ($\chi^2(861) = 15833.64$, $p < .001$). Bu bulgu, veri setindeki korelasyon matrisinin faktör analizi için uygun olduğunu ortaya koymaktadır (Bartlett, 1954).

Faktör çıkarma işleminde, ölçeğin Likert tipinde yanıtlanmış olması ve verilerin normal dağılmama olasılığı dikkate alınarak Temel Eksen Faktörleştirme (Principal Axis Factoring - PAF) yöntemi kullanılmıştır (Fabrigar vd., 1999). Döndürme işlemi olarak ise, faktörler arasında teorik olarak ilişki bulunabileceği varsayımına dayalı olarak Oblimin (oblique) döndürme yöntemi tercih edilmiştir (Costello & Osborne, 2005).

Faktör sayısını belirlemek için özdeğer (eigenvalue > 1) kriteri (Kaiser, 1960), Scree Plot grafiği analizi (Cattell, 1966) ve madde içeriklerinin yorumlanabilirliği dikkate alınmıştır. AFA sonucunda üç faktörlü yapı ortaya çıkmış; faktör yükleri .40'ın altında olan, yüksek çapraz yüklemeler gösteren ya da iki faktöre birden yük veren maddeler (çift yüklenme arasındaki fark .10'dan küçük olanlar) ölçekten çıkarılmıştır (Stevens, 2009). Madde eleme süreci iki aşamada yürütülmüş; ilk aşamada 7, ikinci aşamada ise 10 madde ölçekten çıkarılmış ve AFA sonunda ölçek 25 maddelik üç faktörlü bir yapıya ulaşmıştır. Madde eleme sürecine ilişkin ayrıntılar aşağıda sunulmuştur.

AFA sonucunda belirlenen üç faktörlü yapı, toplam varyansın %61'ini açıklamaktadır. Faktörler arası korelasyon katsayılarının .44 ile .55 arasında değişmesi, faktörlerin birbiriyle ilişkili ancak ayırt edilebilir yapılar olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, ölçeğin yapı geçerliğine ilişkin yeterli kanıt sunduğunu göstermektedir (Hair vd., 2019).

Ölçeğin alt faktörlerine ilişkin iç tutarlılık katsayıları Cronbach alfa ile hesaplanmış, tüm faktörlerde α değerlerinin .88 ile .96 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu bulgu, ölçeğin yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir (Nunnally & Bernstein, 1994). Ayrıca, faktörlerde yer alan maddelerin tanımlayıcı istatistikleri (ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri) incelenmiş ve faktör dağılımlarının yapısal özellikleri grafiksel özetlerle desteklenmiştir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen tüm istatistiksel analizler ve grafiksel görselleştirmeler, R Studio arayüzünde çalışan R 4.2.3 (R Core Team, 2023) programında yapılmıştır. Faktör analizleri, iç tutarlılık katsayıları ve tanımlayıcı istatistikler için psych paketi (Revelle, 2023), veri manipülasyonu ve hazırlığı için dplyr paketi (Wickham vd., 2023), grafiksel özetlerin hazırlanması için ise ggplot2 paketi (Wickham, 2016) kullanılmıştır. AFA sürecinde kullanılan yazılım ve paketlere ilişkin bilgiler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. AFA sürecinde kullanılan yazılım ve paketler

Kullanılan Yazılım ve Paket	Kullanım Amacı	Kaynak
R 4.2.3	Temel istatistiksel analiz ortamı	R Core Team (2023)
psych 2.4-2	Faktör analizi, Cronbach alfa ve tanımlayıcı istatistikler	Revelle (2023)
ggplot2 3.4.4	Grafiksel görselleştirmeler	Wickham (2016)
dplyr 1.1.4	Veri manipülasyonu ve hazırlık	Wickham et al. (2023)

Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)

Bu çalışmanın ikinci aşamasında, Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) sonucunda belirlenmiş olan faktör yapısının doğruluğunu ve geçerliliğini test etmek amacıyla Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılmıştır. DFA, ölçeğin önceden belirlenen teorik faktör yapısının verilerle uyumunu değerlendirmek için uygulanan güçlü bir istatistiksel tekniktir (Kline, 2020). Bu bağlamda AFA ile belirlenmiş olan üç faktörlü yapı, DFA ile doğrulama amacıyla test edilmiştir.

Doğrulayıcı faktör analizleri, çalışma grubundan elde edilen 306 katılımcıya ait veri seti üzerinde gerçekleştirilmiştir. DFA analizleri R Studio arayüzünde çalışan R 4.2.3 (R Core

Team, 2023) yazılımında gerçekleştirilmiş olup, analizlerin yapılmasında ağırlıklı olarak lavaan (Rosseel, 2012), psikometrik güvenilirlik ve geçerlilik hesaplamalarında semTools (Jorgensen vd., 2023), güvenilirlik ve betimsel istatistiklerde psych (Revelle, 2023), görsel model diyagramlarının oluşturulmasında ise semPlot (Epskamp, 2022) paketleri kullanılmıştır. Veri setinin Excel dosyasından R ortamına aktarılması için readxl (Wickham & Bryan, 2023) paketi kullanılmıştır.

DFA aşamasında öncelikle, ölçeğin teorik temelinde önerilen üç faktörlü (Etik ve Pedagojik Entegrasyon – EPE, Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi – BFYZB, Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli Gelişim – ÜYSG) birinci-düzey yapısının verilerle ne derece uyum gösterdiği test edilmiştir. Bu analizler, robust Maximum Likelihood (MLR) kestirim yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Robust MLR yöntemi, çok değişkenli normallik varsayımının ihlal edildiği durumlarda ve Likert tipi ölçeklerde daha güvenilir sonuçlar üretmesi nedeniyle tercih edilmiştir (Byrne, 2016). Ayrıca, veri setindeki eksik değerlerin işlenmesinde Full Information Maximum Likelihood (FIML) yöntemi kullanılarak eksik veri kaybının önüne geçilmiştir (Enders, 2010).

Birinci düzey DFA sonucunda elde edilen modifikasyon indeksleri (MI) incelenmiş, yüksek modifikasyon değerleri veren ve teorik açıdan anlamlı bulunan madde çiftleri arasındaki hata kovaryansları serbest bırakılarak modelin uyumu iyileştirilmiştir. Bu kapsamda içeriksel açıdan birbirine oldukça yakın olan AL28–AL29 ve AL23–AL24 madde çiftlerinin hata kovaryansları serbest bırakılmıştır. Bu işlem hem teorik gerekçelerle hem de istatistiksel ($MI > 30$) kanıtlara dayanarak gerçekleştirilmiştir (Byrne, 2016; Kline, 2020).

Birinci düzey DFA modelinin ardından, üç alt faktörü kapsayan daha genel bir üst faktörün (ikinci düzey faktör yapısının) verilerle uyumu test edilmiştir. Bu aşamada, faktörler arası ilişkiler bir üst faktör aracılığıyla modellenmiş ve hiyerarşik model oluşturulmuştur. Bu üst faktör, araştırmanın temel kavramsal çerçevesine uygun olarak “Yapay Zeka Okuryazarlığı (AI_Literacy)” şeklinde adlandırılmıştır.

Model uyumunu değerlendirmek amacıyla literatürde yaygın olarak önerilen model uyum indeksleri kullanılmıştır: Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (CFI), Tucker-Lewis İndeksi (TLI), Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (RMSEA), Standardize Edilmiş Kök Ortalama Artıklar (SRMR) ve normlaştırılmış ki-kare (χ^2/df) değerleri kullanılmıştır (Hu & Bentler,

1999; Kline, 2020). Ayrıca ikinci düzey modelin birinci düzey modele göre anlamlı farklılık oluşturmadığı $\Delta CFI < .010$ kriteri ile doğrulanmıştır (Cheung & Rensvold, 2002).

Son olarak, ölçeğin güvenilirliğini değerlendirmek üzere Cronbach Alfa (α), McDonald's Omega (ω), kompozit güvenilirlik (CR) ve Ortalama Açıklanan Varyans (AVE) gibi psikometrik kriterler hesaplanmıştır (Hair vd., 2019; Kline, 2020). DFA sonuçlarına göre ölçeğin son formu toplamda 23 maddeden oluşan ve üç alt boyutun (EPI, CFAI, MRG) yer aldığı psikometrik olarak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak belirlenmiştir. Doğrulayıcı faktör analizleri R 4.2.3 yazılımında yürütülmüş; modelleme için lavaan, güvenilirlik ve geçerlik hesaplamaları için semTools, veri aktarımı için readxl ve görselleştirmeler için semPlot paketlerinden yararlanılmıştır.

Bulgular

Yapay Zeka Okuryazarlık Ölçeği: Açımlayıcı Faktör Analizi Bulguları

Bu bölümde, Yapay Zeka Okuryazarlık Ölçeği'nin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla yapılan Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) sonuçları sunulmuştur. AFA, ölçek maddelerinin altında yatan teorik yapıyı ortaya koymak ve maddelerin hangi boyutları temsil ettiğini belirlemek için gerçekleştirilmiştir (Field, 2013; Tabachnick & Fidell, 2013).

Verilerin Faktör Analizine Uygunluğu

AFA analizine başlamadan önce veri setinin faktör analizi için uygunluğu Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterlilik testi ve Bartlett Küresellik Testi ile sınanmıştır. KMO katsayısı .96 olarak bulunmuştur. Bu değer örneklem büyüklüğü ve maddeler arası korelasyonların faktör analizi için "çok uygun" olduğunu göstermektedir (Kaiser, 1974). Bartlett Küresellik Testi anlamlı sonuç vermiştir ($\chi^2(861) = 15833.64, p < .001$). Bu durum, faktör analizi için veri setinin uygun olduğunu doğrulamaktadır (Bartlett, 1954).

Faktör Çıkarma ve Döndürme Yöntemleri

Faktör çıkarma yöntemi olarak Temel Eksen Faktörleştirme (Principal Axis Factoring-PAF) seçilmiştir. PAF yöntemi, verilerin normal dağılım göstermemesi durumlarında güvenilir sonuçlar elde etmek için tercih edilmektedir (Fabrigar ve diğerleri, 1999). Döndürme işleminde faktörler arası ilişki beklenildiği için Oblimin döndürme yöntemi uygulanmıştır (Costello & Osborne, 2005).

Faktör Sayısının Belirlenmesi

Tüm maddelerin .40'ın üzerinde faktör yüküne ve .40'ın üzerinde madde-toplam korelasyonuna sahip olması, ölçeğin alt boyutları ile güçlü ilişkiler kurduğunu ve iç tutarlılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Faktör sayısının belirlenmesinde özdeğer kriteri (eigenvalue > 1), Scree plot grafiği ve madde içeriklerinin yorumlanabilirliği dikkate alınmıştır (Cattell, 1966; Kaiser, 1960). Analiz sonucunda üç faktörlü yapı net olarak ortaya çıkmıştır. Faktörlerin özdeğerleri ve açıkladıkları varyans oranlarına ilişkin bulgular Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. Faktörlerin özdeğerleri ve açıkladıkları varyans oranları

Faktör	Özdeğer	Açıklanan Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1. Etik ve Pedagojik Entegrasyon	8.67	35.10	35.10
2. Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi	4.12	16.70	51.80
3. Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli Gelişim	2.55	10.30	62.10

Toplam varyansın %62.10'u, ortaya çıkan üç faktör tarafından açıklanmıştır. Bu oran sosyal bilimlerde kabul edilebilir bir seviyededir (Hair vd., 2019).

Madde Ayıklama ve Nihai Faktör Yapısı

AFA sürecinde madde eleme işlemi iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada yüksek çapraz yüklenme gösteren 7 madde ölçekten çıkarılmıştır. İkinci aşamada ise ters kodlanan bazı maddelerde gözlenen düşük ortak varyans ve zayıf/negatif madde-toplam ilişkileri ile bazı maddelerde devam eden çapraz yüklenme sorunları nedeniyle 10 madde daha elenmiştir. Böylece AFA sonunda ölçek 25 maddelik üç faktörlü bir yapıya ulaşmıştır. DFA sürecinde 25 maddelik yapı test edilmiş; model uyumu, standartlaştırılmış yükler ve madde düzeyindeki katkılar birlikte değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, Etik ve Pedagojik Entegrasyon alt boyutunda yer alan AL9 ve AL22 maddelerinin diğer maddelere kıyasla görece düşük ayırt edicilik sergilediği ve alt boyutun iç tutarlılığına sınırlı katkı sunduğu belirlenmiştir. Bu nedenle söz konusu iki madde ölçekten çıkarılmış ve 23 maddelik son forma ulaşılmıştır. Çıkarılan ölçekler ve bu çıkarılma durumuna ilişkin gerekçeler Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7. AFA ve DFA sürecinde ölçekten çıkarılan maddeler ve çıkarılma gerekçeleri

Aşama	Çıkarılan maddeler	Çıkarılma gerekçesi
1. aşama (AFA)	AL10, AL11, AL12, AL14, AL16, AL17, AL42	Maddelerin birden fazla faktörde benzer düzeyde yük alması ve ayırt ediciliğinin zayıf olması
2. aşama (AFA)	AL5, AL13, AL20, AL26	Ters kodlanan maddelerde düşük ortak varyans, zayıf/negatif madde-toplam ilişkisi ve faktör yapısına zayıf uyum
2. aşama (AFA)	AL15, AL18, AL33, AL37, AL40, AL41	Çapraz yüklenme göstermeleri ve faktör yapısıyla yeterince uyumlu olmamaları

Açımlayıcı faktör analizi sürecinde madde eleme işlemi iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada 7 madde, ikinci aşamada ise 10 madde ölçekten çıkarılmış ve böylece ölçek 25 maddelik üç faktörlü bir yapıya ulaşmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi aşamasında ise AL9 ve AL22 maddeleri çıkarılarak ölçeğin son formu 23 maddeye indirilmiştir.

Tablo 8. Ölçeğin nihai faktör yapısı ve maddelerin faktör yükleri

Faktör Adı	Maddeler	Faktör Yükleri (Döndürme Sonrası)	Madde Sayısı
Etik ve Pedagojik Entegrasyon (EPE)	AL19, AL21, AL23, AL24, AL25, AL27, AL28, AL29, AL30, AL31, AL32, AL39	.68-.87	12
Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi (BFYZB)	AL1, AL2, AL3, AL4, AL6, AL7, AL8	.53-.88	7
Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli Gelişim (ÜYSG)	AL34, AL35, AL36, AL38	.55-.76	4

Tablo 8’de DFA sonrasında elde edilen nihai 23 maddelik yapıya ait faktörler, ilgili maddeler ve maddelerin faktör yükleri yer almaktadır.

Faktörler Arası Korelasyonlar

Faktörler arasında .44 ile .55 arasında değişen korelasyonlar bulunmuştur. Bu durum, faktörlerin ilişkili ancak ayrı yapılara sahip olduklarını göstermektedir.

Güvenirlilik Analizleri

Ölçeğin iç tutarlılığı Cronbach Alfa katsayısı ile değerlendirilmiştir. Faktörlerin Cronbach Alfa değerleri ve toplam ölçeğe ilişkin alfa katsayısı şu şekildedir:

- Etik ve Pedagojik Entegrasyon (EPE): $\alpha = .95$
- Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi (BFYZB): $\alpha = .90$
- Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli Gelişim (ÜYSG): $\alpha = .88$
- Toplam Ölçek: $\alpha = .96$

Hem alt ölçekler hem de toplam ölçek için elde edilen Cronbach Alfa değerleri, ölçeğin yüksek düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir (Nunnally & Bernstein, 1994).

Tanımlayıcı İstatistikler ve Grafiksiz Özetler

Alt ölçeklerin maddelerine ait tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri) hesaplanmış (bkz. Tablo 9-11), ayrıca dağılımların görsel özetleri grafiklerle incelenmiştir (bkz. Şekil 2-4). Grafikler maddelerin dağılımlarının ve olası uç değerlerin değerlendirilmesini sağlamıştır.

Tablo 9. Etik ve pedagojik entegrasyon alt ölçeği maddelerine ait tanımlayıcı istatistikler

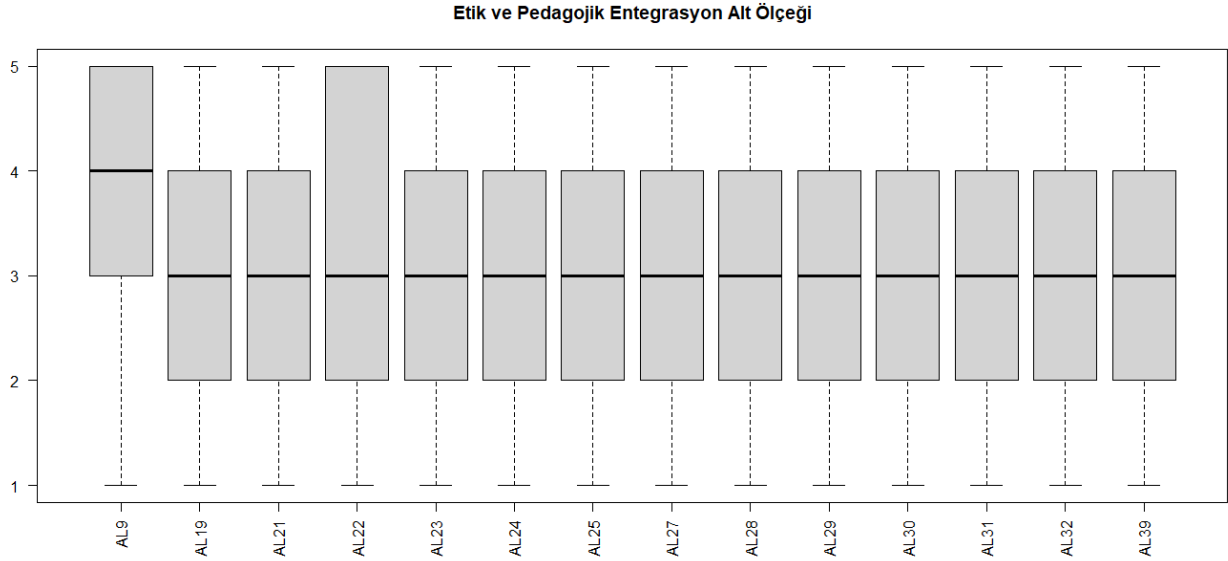
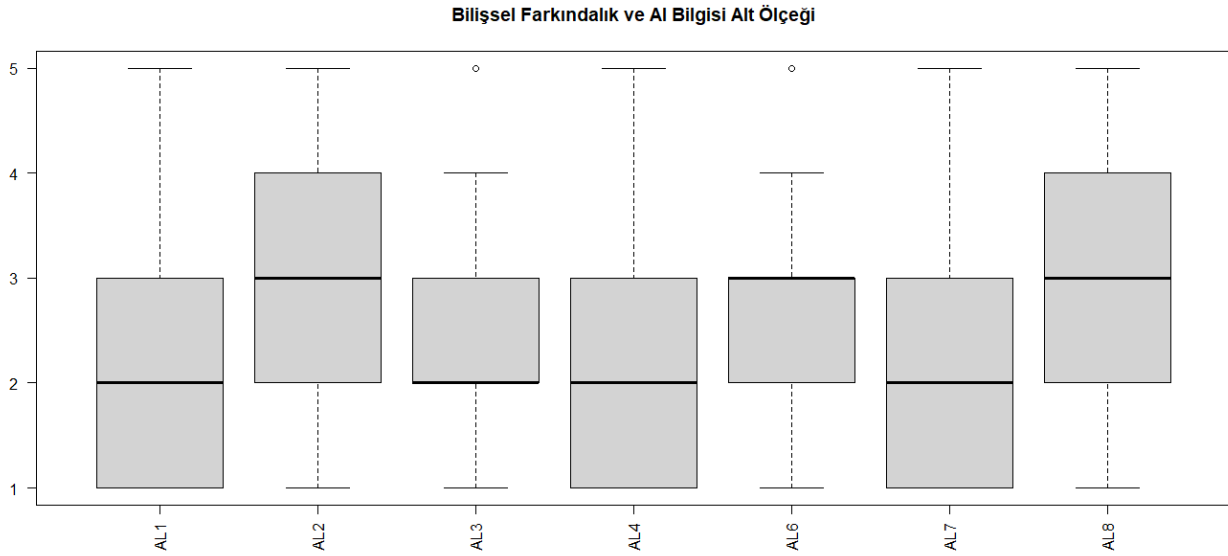
Madde	Ort.	Std. Sapma	Medyan	Min	Maks	Çarpıklık	Basıklık	SH
AL9	3.62	1.31	4	1	5	-.56	-.78	.06
AL19	2.98	1.21	3	1	5	.06	-.85	.06
AL21	2.88	1.20	3	1	5	.06	-.85	.06
AL22	3.25	1.41	3	1	5	-.20	-1.21	.07
AL23	3.03	1.22	3	1	5	-.09	-.87	.06
AL24	2.98	1.26	3	1	5	.10	-.95	.06
AL25	3.16	1.33	3	1	5	-.06	-1.13	.06
AL27	2.89	1.26	3	1	5	.11	-.94	.06
AL28	3.01	1.21	3	1	5	.02	-.75	.06
AL29	2.99	1.26	3	1	5	.05	-.95	.06
AL30	2.94	1.28	3	1	5	.04	-1.00	.06
AL31	2.89	1.28	3	1	5	.08	-1.02	.06
AL32	2.86	1.26	3	1	5	.22	-.92	.06
AL39	2.89	1.24	3	1	5	.08	-.91	.06

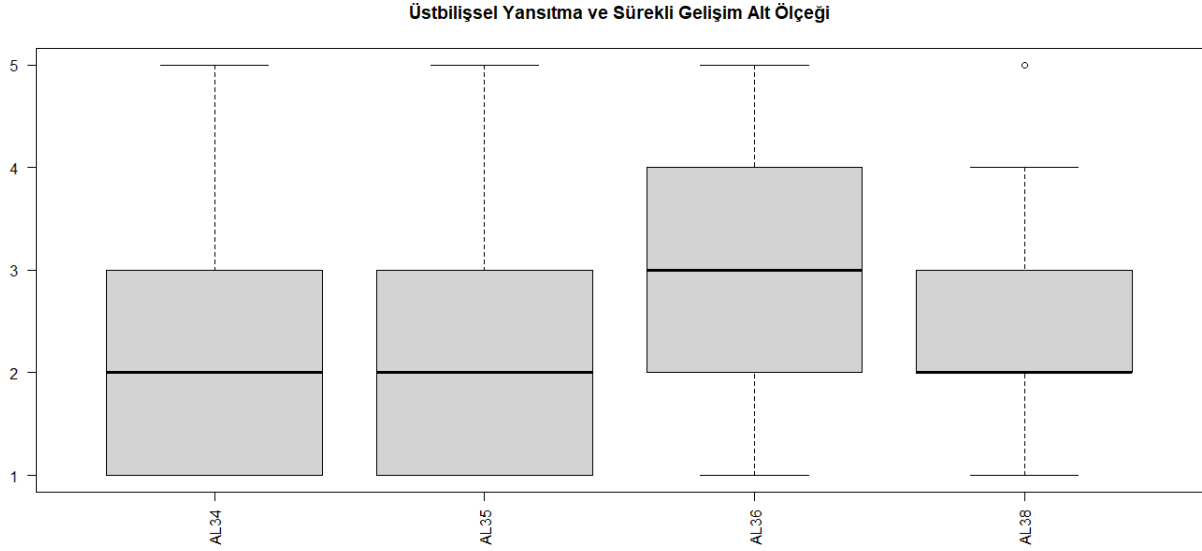
Tablo 10. Bilişsel farkındalık ve yapay zeka bilgisi alt ölçeği maddelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Madde	Ortalama	Standart Sapma	Medyan	Min	Maks	Çarpıklık	Basıklık	SH
AL1	2.25	1.15	2	1	5	.62	-.34	.05
AL2	2.78	1.28	3	1	5	.17	-.95	.06
AL3	2.50	1.17	2	1	5	.45	-.54	.06
AL4	2.33	1.13	2	1	5	.51	-.48	.05
AL6	2.63	1.17	3	1	5	.33	-.59	.06
AL7	2.26	1.17	2	1	5	.63	-.37	.06
AL8	2.79	1.22	3	1	5	.15	-.83	.06

Tablo 11. Üstbilişsel yansıtma ve sürekli gelişim alt ölçeği maddelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Madde	Ortalama	Standart Sapma	Medyan	Min	Maks	Çarpıklık	Basıklık	SE
AL34	2.47	1.25	2	1	5	.41	-.87	.06
AL35	2.46	1.28	2	1	5	.38	-.94	.06
AL36	2.66	1.29	3	1	5	.27	-.95	.06
AL38	2.60	1.28	2	1	5	.35	-.92	.06

**Şekil 2.** Etik ve pedagojik entegrasyon faktörüne ait madde puan dağılımları**Şekil 3.** Bilişsel farkındalık ve yapay zeka bilgisi faktörüne ait madde puan dağılımları



Şekil 4. Üst bilişsel yansıtma ve sürekli gelişim faktörüne ait madde puan dağılımları
Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) Bulguları

Açımlayıcı faktör analiziyle (AFA) belirlenen üç alt boyutlu yapının doğruluğu, bağımsız bir örneklem üzerinde doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmiştir.

Birinci Düzey DFA Modeli

Ölçeğin 23 maddesi, AFA'da saptanan üç faktör üzerine teorik temellere uygun olarak atanmış ve birinci düzey DFA modeli oluşturulmuştur. Modelde her bir madde yalnızca ilgili alt boyut altında serbest bırakılmıştır. Veri setinde 306 katılımcı yer almış; örneklem büyüklüğü, madde sayısına göre önerilen asgari düzeyi ($N \geq 200$) fazlasıyla karşılamaktadır (Kline, 2020). İlk analizde model uyumunu artırmak amacıyla, hem teorik olarak gerekçelendirilen hem de yüksek modifikasyon indeksine sahip madde çiftleri arasında hata kovaryansları serbest bırakılmıştır (AL28–AL29, AL23–AL24). Bu müdahaleler, ölçek maddelerinin içerik olarak örtüşmesini ve modelin istatistiksel uygunluğunu birlikte gözetmektedir (Byrne, 2016).

Model Uyum İndeksleri

Ölçeğin birinci ve ikinci düzey DFA analizlerine ilişkin temel model uyum indeksleri Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Yapay zeka okuryazarlık ölçeği birinci ve ikinci düzey model uyum indeksleri

Uyum İndeksi	Birinci Düzey DFA	İkinci Düzey DFA	Kabul Sınırı	Kaynak
χ^2/df	2.6	2.6	≤ 3 (iyi); ≤ 5 (kabul)	Kline (2020)
CFI	.91	.92	$\geq .90$ (kabul); $\geq .95$ (iyi)	Hu & Bentler (1999)
TLI	.90	.91	$\geq .90$ (kabul); $\geq .95$ (iyi)	Hu & Bentler (1999)
RMSEA (90% GA)	.07 (.066-.079)	.07 (.066-.079)	$\leq .08$ (kabul); $\leq .06$ (iyi)	Browne & Cudeck (1993)
SRMR	.06	.06	$\leq .08$ (kabul); $\leq .05$ (iyi)	Hu & Bentler (1999)
ΔCFI	—	.01	$< .01$ (model bozulmaz)	Cheung & Rensvold (2002)

Not. İkinci düzey DFA'da genel üst faktör, "Yapay Zeka Okuryazarlığı" olarak adlandırılmıştır.

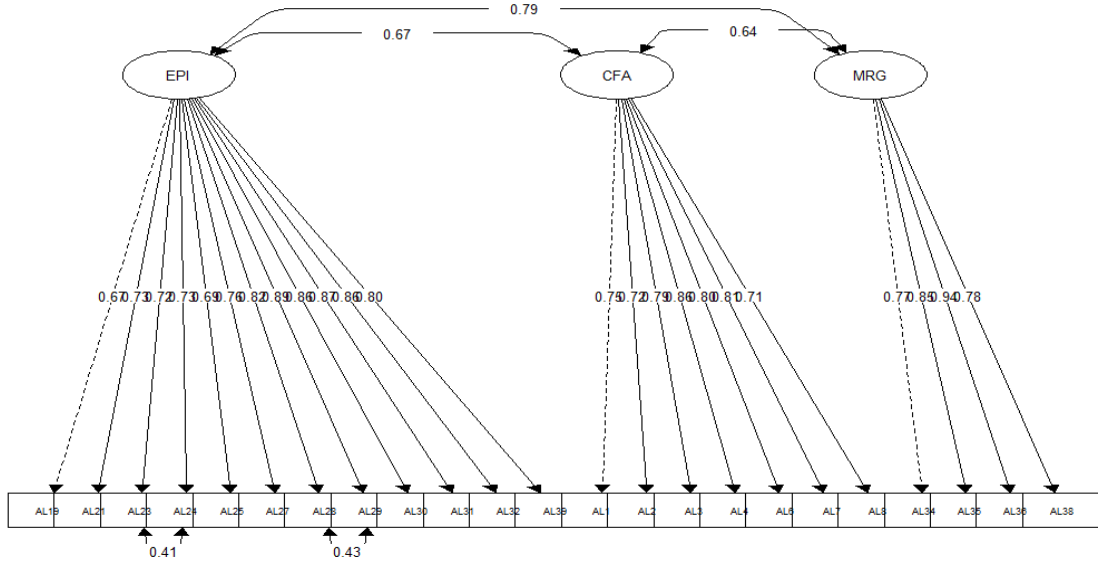
Standartlaştırılmış Faktör Yükleri ve Model Diyagramı

Her bir alt boyutun standartlaştırılmış faktör yükleri .67 ile .94 arasında değişmekte olup, tüm yükler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < .001$). Hiçbir madde için faktör yükü .40'ın altına düşmemiştir.

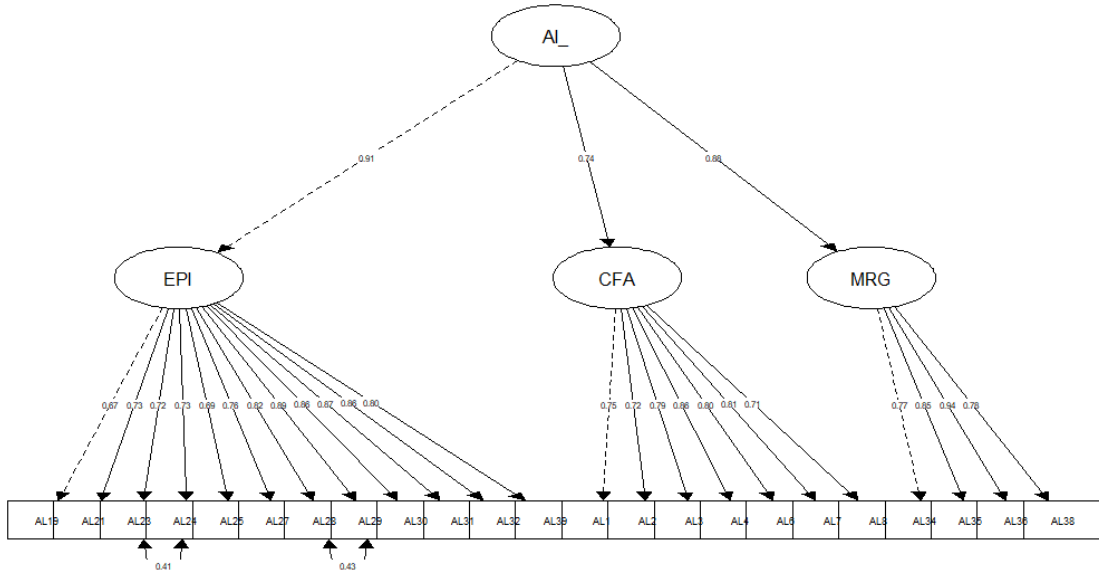
Tablo 13. Alt boyutlara göre maddelerin standartlaştırılmış faktör yükleri

Alt Boyut/Faktör Adı	Madde	Stand. Faktör Yükü (Std.all)	
Etik ve Pedagojik Entegrasyon (EPE)	AL19	.669	
	AL21	.729	
	AL23	.717	
	AL24	.730	
	AL25	.692	
	AL27	.763	
	AL28	.818	
	AL29	.892	
	AL30	.859	
	AL31	.873	
	AL32	.864	
	AL39	.803	
	Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi (BFYZB)	AL1	.751
		AL2	.725
AL3		.794	
AL4		.856	
AL6		.800	
AL7		.811	
AL8		.715	
Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli Gelişim (ÜYSG)	AL34	.770	
	AL35	.851	
	AL36	.936	
	AL38	.780	

Yapay zeka okuryazarlık ölçeğine ilişkin birinci ve ikinci düzey model diyagramı Şekil 5 ve Şekil 6’da görselleştirilmiştir.



Şekil 5. Yapay zeka okuryazarlığı ölçeği'nin 1. düzey DFA model diyagramı



Şekil 6. Yapay zeka okuryazarlığı ölçeği'nin 2. düzey DFA model diyagramı
Kompozit Güvenirlik, Ortalama Açıklanan Varyans ve İç Tutarlılık

Her alt boyut için Cronbach alfa, McDonald omega, kompozit güvenirlik (CR) ve ortalama açıklanan varyans (AVE) değerleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 14. Alt boyutlar için güvenilirlik ve geçerlik istatistikleri

Alt Boyut/Faktör	Cronbach α	McDonald ω	CR	AVE
Etik ve Pedagojik Entegrasyon (EPE)	.95	.95	.95	.62
Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi (BFYZB)	.91	.91	.91	.61
Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli Gelişim (ÜYSG)	.90	.90	.90	.70
Yapay Zeka Okuryazarlığı Toplam Puan	.95	.98	.97	.62

Tablo 14'te yer alan Cronbach alfa, McDonald ω , CR ve AVE değerleri incelendiğinde, ölçeğin tüm alt boyutlarının ve toplam puanının önerilen eşik değerleri karşıladığı görülmektedir (α , ω , CR \geq .70; AVE \geq .50). Bu sonuçlar, Yapay Zeka Okuryazarlık Ölçeği'nin iç tutarlılık açısından yüksek güvenilirliğe ve yakınsak geçerlik açısından yeterli düzeyde bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Hair vd., 2019).

Test-Tekrar Test Bulguları

Bir ölçme aracının güvenilirliğinin önemli göstergelerinden biri, zaman içi kararlılığıdır. Bu kapsamda test-tekrar test yöntemi, ölçeğin farklı zamanlarda aynı katılımcılara uygulanarak elde edilen puanların tutarlılığını ortaya koyar (Anastasi & Urbina, 1997; Kline, 2020). Başka bir ifadeyle, ölçekte yer alan maddelerin ölçtüğü yapının süreklilik gösterip göstermediğini ve ölçeğin kararlı sonuçlar üretme düzeyini değerlendirmek için test-tekrar test yöntemi tercih edilmektedir. Bu çalışmada doğrulayıcı faktör analizi sonrasında elde edilen ölçek, 30 gün arayla aynı çalışma grubuna tekrar uygulanmış ve elde edilen veriler üzerinden test-tekrar test analizleri gerçekleştirilmiştir. Test-tekrar test güvenilirliğine ilişkin ulaşılan sonuçlar Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. Yapay zeka okuryazarlık ölçeği test-tekrar test bulguları

Alt Boyut / Ölçek	Cronbach's α (Geliştirme)	McDonald's ω	CR	AVE	Cronbach's α (Test-tekrar)	ICC (Average Measures)
Etik ve Pedagojik Entegrasyon (EPE)	.95	.95	.95	.62	.92	.917 (95% GA[.898-.934])
Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi (BFYZB)	.91	.91	.91	.61	.89	.885 (95% GA[.857-.910])
Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli	.90	.90	.90	.70	.85	.848 (95% GA .807-.882])

Gelişim (ÜYSG)						
Toplam	.96	.98	.97	.62	.95	.946
Ölçek						(95% GA[.933-.957])

Tablo 15'te yer alan Cronbach alfa, McDonald ω , CR, AVE, test-tekrar güvenilirliği ve ICC değerleri incelendiğinde, ölçeğin tüm alt boyutları ile toplam puanının yüksek düzeyde iç tutarlılığa ve zaman içi kararlılığa sahip olduğu görülmektedir. Tüm değerler önerilen eşiklerin üzerinde (α , ω , CR \geq .70; AVE \geq .50; ICC \geq .75) olup, bu bulgular Yapay Zeka Okuryazarlık Ölçeği'nin hem iç tutarlılık hem de zaman içi güvenilirlik açısından geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu ortaya koymaktadır (Hair vd., 2019).

Tartışma ve Sonuç

DFA sonuçları, Yapay Zeka Okuryazarlığı Ölçeği'nin üç faktörlü ve ikinci düzeyli yapısının veriyle anlamlı biçimde örtüştüğünü göstermektedir. Modelin uyum indeksleri literatürde yaygın olarak kabul edilen sınırlar içindedir (CFI = .912, TLI = .901, RMSEA = .072, SRMR = .059) ve bu değerler modelin kabul edilebilir düzeyde uyum sağladığını göstermektedir (Hu & Bentler, 1999). Tüm maddelerin faktör yüklerinin yüksek ve anlamlı olması, ölçeğin yapı geçerliğini desteklemektedir. Ayrıca, her bir alt boyut için hesaplanan McDonald's ω , Cronbach's α , birleşik güvenilirlik (CR) ve ortalama varyans açıklaması (AVE) değerleri yeterli düzeydedir (ω = .90-.91; α = .90-.95; CR = .90-.93; AVE = .60-.69). Bu değerler, ölçeğin hem iç tutarlılık hem de yakınsak geçerlik açısından güçlü bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır (Hair vd., 2019). Bu çalışmada madde havuzu oluşturulurken yapay zeka okuryazarlığının alanyazında vurgulanan bilişsel, davranışsal, duyuşsal, etik, pedagojik entegrasyon, üstbilis ve yenilikçilik-yaratıcılık gibi yedi kuramsal boyutu dikkate alınmıştır. Bununla birlikte, açımlayıcı faktör analizi sonuçları bu boyutların katılımcı yanıtlarında birbirinden tam olarak ayrışmadığını, bazı boyutların ampirik olarak daha üst düzey ve bütünleşik yapılar altında toplandığını göstermiştir. Özellikle etik ve pedagojik unsurların aynı faktörde birleşmesi, öğretmen adaylarının yapay zeka kullanımını bağımsız değil, sınıf içi uygulama bağlamında birlikte değerlendirdiklerine işaret etmektedir. Benzer biçimde, bilişsel farkındalık ile yapay zeka bilgisine ilişkin unsurların tek faktörde toplanması, bu iki alanın katılımcılar açısından iç içe geçmiş bir yeterlik alanı olarak algılandığını düşündürmektedir. Üstbilişsel yansıtma ve sürekli gelişim boyutunun ayrı bir faktör olarak korunması ise, öğretmen adaylarının yapay zekaya ilişkin öz değerlendirme ve

gelişim yönelimlerinin diğer boyutlardan ayrılan özgün bir yapı sergilediğini düşündürmektedir. Bu nedenle, başlangıçta yedi kuramsal boyut temel alınarak oluşturulan madde havuzu, ampirik bulgular doğrultusunda üç daha kapsayıcı faktör altında yeniden örgütlenmiştir. Bununla birlikte, başlangıçta tanımlanan bazı kuramsal boyutların son yapıda bağımsız faktörler olarak korunmaması, yapay zeka okuryazarlığının öğretmen adayları örnekleminde daha bütünleşik bir yapı sergilemiş olabileceğini düşündürmekte ve bu boyutların farklı örneklemlerde yeniden sınanmasını gerekli kılmaktadır. Ayrıca, ikinci düzey DFA sonucunda, üç alt boyutun (Etik ve Pedagojik Entegrasyon, Bilişsel Farkındalık ve YZ Bilgisi, Üstbilişsel Yansıtma ve Sürekli Gelişim) yapay zeka okuryazarlığına ilişkin genel bir yapı altında anlamlı biçimde toplandığı ve bu üst düzey faktörün tüm alt boyutlara yüksek düzeyde yansıdığı görülmüştür. Bu bulgular, ölçeğin kuramsal olarak savunulan ikinci düzey faktör yapısını desteklemekte ve genel yapay zeka okuryazarlığı düzeyini bütüncül biçimde ölçebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, yüksek yapı geçerliği ve güvenilirlik göstergeleri doğrultusunda, ölçekten elde edilen toplam puanların yanı sıra üç alt boyuta ilişkin puanların da ayrı ayrı raporlanabileceği söylenebilir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle, araştırma örnekleminin büyük çoğunluğunu kadın ve lisans düzeyindeki öğretmen adayları oluşturmaktadır. Bu durum, elde edilen bulguların farklı cinsiyet gruplarına ve farklı eğitim düzeylerindeki öğretmen adaylarına genellenmesini sınırlayabilir. Bu nedenle, ölçeğin daha dengeli ve çeşitlendirilmiş örneklemlerde yeniden sınanması önemlidir.

İkinci olarak, bu çalışma öğretmen adaylarından elde edilen verilerle yürütülmüştür. Dolayısıyla ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik bulguları yalnızca bu örneklem grubu ile sınırlıdır. Ölçeğin hizmet içindeki öğretmenler, farklı branş grupları ve farklı eğitim bağlamlarında yeniden test edilmesi, ölçme aracının kullanım alanını genişletebilir.

Üçüncü olarak, başlangıçta yedi kuramsal boyut temel alınarak oluşturulan madde havuzu, ampirik bulgular doğrultusunda üç faktörlü bir yapıya indirgenmiştir. Bu durum, bazı kuramsal boyutların son yapıda bağımsız faktörler olarak temsil edilememiş olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, farklı örneklemlerle yürütülecek yeni çalışmalarda ölçeğin faktör yapısının yeniden sınanması ve gerekirse ilgili boyutları güçlendirecek yeni maddelerin geliştirilmesi önerilmektedir.

Etik Kurul Belgesi

Etik Kurul Komisyon Adı: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Etik Komisyonu

Etik Kurul Belge Tarihi: 08/05/2025

Etik Kurul Belgesi Sayı ve Numara: E-86837521-050.99-652727

Yazar Katkı Beyanı

Soner ARIK: Kavramsallaştırma, Verilerin Toplanması

Mustafa ÖZDERE: Verilerin Raporlanması, Raporun Düzenlenmesi

Mehmet ÇETİN: Verilen Analizi

Kaynaklar

- Anastasi, A., & Urbina, S. (1997). *Psychological testing* (7th ed.). Upper Saddle River.
- Ayanwale, M. A., Adelana, O. P., Molefi, R. R., Adeeko, O., & Ishola, A. M. (2024). Examining artificial intelligence literacy among pre-service teachers for future classrooms. *Computers and Education Open*, 6, Article 100179.
- Bartlett, M. S. (1954). A note on multiplying factors for various chi-square approximations. *Journal of the Royal Statistical Society*, 16(2), 296-298.
- 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). Sage.
- Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS* (3rd ed.). Routledge.
- Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European digital competence framework for educators (DigCompEdu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369.
- Carolus, A., Koch, M. J., Straka, S., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2023). MAIIS – Meta AI literacy scale: Development and testing of an AI literacy questionnaire based on well-founded competency models and psychological change- and meta-competencies. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100014.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245-276.
- Chai, C. S., Lin, P. Y., Teo, T., & Wang, X. (2023). Relationships among teachers' technology acceptance, TPiB, and attitude toward artificial intelligence-based education: A cross-cultural perspective. *Frontiers in Education*, 8, 1306260.
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 233-255.
- 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.
- Çelebi, C., Yılmaz, F., Demir, U., & Karakuş, F. (2023). Artificial intelligence literacy: An adaptation study. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 4(2), 291-306.
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale Development: Theory and Applications* (4th ed.). Sage.
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. Guilford Press.
- Epskamp, S. (2022). *Semplot: Path diagrams and visual analysis of various SEM packages' output*. R package version 1.1-6.

- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., & Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272-299.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Sage.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Hornberger, M., Bewersdorff, A., & Nerdel, C. (2023). What do university students know about artificial intelligence? Development and validation of an AI literacy test. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100165.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55.
- Jorgensen, T. D., Pornprasertmanit, S., Schoemann, A. M., & Rosseel, Y. (2023). Semtools: Useful tools for structural equation modeling. R package version 0.5-6.
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141-151.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Karaca, O., Çalışkan, S. A., & Demir, K. (2021). Medical artificial intelligence readiness scale for medical students (MAIRS-MS) – Development, validity and reliability study. *BMC Medical Education*, 21(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02546-6>
- Karakuş, A. (2023). Social studies and artificial intelligence. *International Journal of Eurasian Education and Culture*, 8(24), 3079-3102. <http://doi.org/10.35826/ijoecc.1813>
- Karakuş, A., Geçgel, Ş., & Çetin, M. (2024). Gelişen bir paradigma: Yapay zeka okuryazarlığı. *International Journal of Active Learning*, 8(1), 50-63. <https://doi.org/10.48067/ijal.1422876>
- Kline, R. B. (2020). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). Guilford
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2014). Demystifying technological pedagogical content knowledge: The influence of educational technology courses on pre-service teachers' perceptions of TPİB. *Australasian Journal of Educational Technology*, 30(3), 363–370.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1–16). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Ok, G., Kaya, D., & Kutluca, T. (2025). Artificial intelligence for a sustainable future in the 21st century: Impacts and reflections on education. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 16(1), 109-136. <http://doi.org/10.2478/dcse-2025-0009>
- R Core Team (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (JRC Science for Policy Report No. EUR 28775 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>

- Revelle, W. (2023). Psych: Procedures for psychological, psychometric, and personality research. R package version 2.4-2.
- Rosseel, Y. (2012). Lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36.
- Stevens, J. P. (2009). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (5th ed.). Routledge.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Pearson Education.
- Tavşancıl, E. (2022). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* [Measuring attitudes and data analysis with SPSS] (6. baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Uğraş, H., Doğan, M., & Uğraş, M. (2024). Adaptation of artificial intelligence literacy scale into Turkish: A sample of pre-service teachers. *e-Kafkas Journal of Educational Research*, 11, 688–701. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.1429630>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigCompEdu: The european framework for the digital competence of educators (Update 2022)*. Publications Office of the European Union.
- Vuorikari, R., Punie, Y., & Redecker, C. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens with new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union.
- Wang, Y., Lin, X., & Luo, L. (2022). Artificial intelligence literacy: A systematic review of studies on K-16 education. *Journal of Educational Computing Research*, 60(3), 643–673.
- Wickham, H. (2016). *Ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. Springer-Verlag.
- Wickham, H., & Bryan, J. (2023). Readxl: Read excel files. R package version 1.4-3.
- Wickham, H., François, R., Henry, L., & Müller, K. (2023). Dplyr: A grammar of data manipulation. R package version 1.1.4.
- Worthington, R. L., & Whittaker, T. A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806–838. <https://doi.org/10.1177/0011000006288127>
- Younis, B. (2025). The artificial intelligence literacy (AIL) scale for teachers: A tool for enhancing AI education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 41(1), 37–56.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 2–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>