

# Öğretmen Adaylarının Eğitim 4.0 Yeterliliklerinin Belirlenmesi ve Öğrenme Sürecindeki Kullanım Durumunun İncelenmesi

Şenay AYDIN<sup>1</sup>, Ebru TURAN GÜNTEPE<sup>2</sup>

**Öz:** Bu çalışmada öğretmen adaylarının Eğitim 4.0'a yönelik yeterliliklerini belirlemek ve öğrenme sürecinde bilgi ve kullanım durumlarını ortaya koymak amaçlanmaktadır. Araştırma, yakınsayan paralel desen çerçevesinde gerçekleştirilmiş, nicel kısımda 270 ve nitel bölümde 17 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veriler toplanırken Eğitim 4.0 yeterlilik belirleme ölçeği ve yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Eğitim 4.0 yeterlilik ölçeğinden elde edilen veriler ortalama ve standart sapma hesaplamaları ile, cinsiyet ve pedagojik pedagojik formasyon alma şekillerine ilişkin veriler bağımsız değişkenler t testi ile analiz edilmiştir. Mülakat formundan elde edilen verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının ölçekten aldıkları ortalama puanlardan "dijital teknolojilere hakimiyet" ve "sürece aktif katılım" durumları daha yüksek bir ortalamaya sahipken, "bilgi yönetimi" faktörü düşük ortalamaya sahiptir. Bilgi yönetimi alt faktöründe erkek öğrencilerle kadın öğrenciler arasında erkek öğrencilerin lehinde anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının öğrenme sürecinde yapay zekâ ve mobil teknolojileri oldukça sık kullandığı belirlenmiştir.

*Anahtar Sözcükler:* Eğitim 4.0, Eğitim 4.0 Yeterliliği, Öğretmen Adayları

## Education 4.0 Competencies of Prospective Teachers and Their Use in the Learning Process

**Abstract:** This study aimed to determine the competencies of prospective teachers regarding Education 4.0 and examine their knowledge and usage status in the learning process. It was conducted within the framework of a convergent parallel design involving 270 prospective teachers in the quantitative phase and 17 prospective teachers in the qualitative phase. The data were collected using the Education 4.0 competency determination scale and a semi-structured interview form. The data obtained using the Education 4.0 competency determination scale were analyzed and expressed as mean  $\pm$  standard deviation. The data related to sex and way of receiving teaching training were analyzed using the independent-samples t test. The content analysis method was used to analyze the data obtained using the interview form. The factors "mastery of digital technologies" and "active participation in the process" showed higher average scores, whereas the "knowledge management" factor recorded a lower average score. A significant difference was observed between male and female students in terms of the knowledge management sub-factor in favor of male students. Moreover, prospective teachers frequently used artificial intelligence and mobile technologies in the learning process.

*Keywords:* Education 4.0, Education 4.0 Competence, Prospective Teachers

Geliş Tarihi: 24.03.2025

Kabul Tarihi: 22.06.2025

Makale Türü: Araştırma Makalesi

<sup>1</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Gümüşhane, Türkiye, e-posta: [senayaydin@gumushane.edu.tr](mailto:senayaydin@gumushane.edu.tr), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0118-4097>

<sup>2</sup> Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye, e-posta: [ebru.turan.guntepe@giresun.edu.tr](mailto:ebru.turan.guntepe@giresun.edu.tr), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4858-2180>

### Atıf için/ To cite:

Aydın, Şenay, & Turan Güntepe, E. (2025). Öğretmen adaylarının eğitim 4.0 yeterliliklerinin belirlenmesi ve öğrenme sürecindeki kullanım durumunun incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 39(3), 613–631. <https://doi.org/10.33308/26674874.2025393936>

Teknolojik gelişmeler endüstri alanında birçok yenilik ve değişime sebep olurken, toplumsal yaşamı etkileyen tarım, sağlık, eğitim gibi birçok alanda değişim ve dönüşüme gidilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu değişim süreçlerinde dijitalleşmenin en çok etkilediği alanlardan bir tanesi de eğitim-öğretimdir. Teknolojinin eğitim ortamlarına entegrasyonu ile eğitim sistemlerinde sürekli bir değişim ve dönüşüm olduğu görülmektedir (Harkins, 2008; Pozzo & Al-Zoubi, 2025). Eğitimde teknolojik gelişme süreçleri alan yazında belli dönemlere ayrılarak incelenmiştir. Bunlar; Tarımsal üretime dayalı yaşamsal ihtiyaçların karşılandığı, eğitimi ustadan çırağa bilgi ve deneyimlerin aktararak öğretildiği Eğitim 1.0, sanayi devrimi ile fabrikalarda çalışabilecek niteliklere sahip olan bireylerin yetiştirilmeye başlandığı Eğitim 2.0, teknolojinin bireysel kullanılmaya başlandığı, toplumsal hayata entegre edildiği, eğitim öğretim sürecinde öğrencilerin sadece bilgiyi alan değil aynı zamanda bilgiyi üreten konumuna geldiği Eğitim 3.0 dönemi ve halen devam etmekte olan dijital dönüşümler ve sanal ortamların çeşitlendiği, öğrencilerin dijitalleşmeye uyum sağlamasını amaçlayan Eğitim 4.0 dönemidir (De Souza & Debs, 2024; Huk, 2021; Ramírez-Montoya ve diğerleri, 2021).

Eğitim 4.0 döneminde öğretim ortamlarında öğrenci sadece bilgiyi alan değil yeni bilgiler üretebilen bireylerdir (Zengin, 2022). Bu dönemde eğitim kurumları, sadece bilgi aktarım merkezleri olmaktan çıkıp, dinamik öğrenme sağlayan, toplumla etkileşim içinde olan sistemlerdir (Sunarto ve diğerleri, 2021; Singun, 2025). Eğitim 4.0 ile dijital dönüşüm yaşayan eğitim kurumları geleneksel eğitim anlayışının dışına çıkarak öğrencilere kişiselleştirilmiş, esnek, işbirlikçi, araştırma ve yeniliklere teşvik eden, öğrenmeyi okulun dışına taşıyan, proje tabanlı bir eğitim anlayışı benimsemiştir (Gelen & Demircioğlu, 2020; Kumar, 2025). Bu durum yenilikçi ve yaratıcı araştırmaların önünü açarak dijital teknolojilerin öğrenme sürecindeki değişimine yön vermiştir. Özellikle robotlar, büyük veri, bulut sistemleri, sunucu sistemleri, akıllı sistemler, uzaktan eğitim, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, simülasyonlar ve yapay zekâ teknolojileri eğitim 4.0'ın hayatımıza kattığı yeniliklerden bazılarıdır (Doğan & Baloğlu, 2020; González Pérez & Ramírez Montoya, 2022).

Eğitim 4.0 sürecinde eğitim kurumlarının teknolojik yenilikleri eğitim-öğretim ortamlarına entegre etmesi, öğrencilerin dijital formatta kolayca bilgi edinmelerine olanak tanımış (Seegolam ve diğerleri, 2015) ve bu süreçle bilgiye erişim, bilginin paylaşılma biçimleri ve öğrenme ortamlarının tasarımı değişime uğramıştır (Williams ve diğerleri, 2020). Böylece öğrenciler doğru bilgiye kolayca ulaşabilme fırsatı yakalamış ve eğitim içeriğinin yanı sıra öğrenme sonuçlarını da etkileyen kaliteli, kapsamlı ve dönüştürücü bir eğitim sürecine dahil olmuştur (Gukalenko ve diğerleri, 2021). Bunun yanı sıra Eğitim 4.0 yenilik, teknoloji kullanımı, istihdam ve endüstri ile bağlantılara odaklanan bir kavramdır (Rienties ve diğerleri, 2023). Eğitimin bir toplumun ilerlemesindeki en önemli unsurlardan bir tanesi olduğu düşünülürse bilgi ve iletişim teknolojilerinin, eğitime ve sonuç olarak insan sermayesine sağladığı katkının görülmesi ile (Srijamdee & Pholphirul, 2020), bireylerin sahip olması beklenen dijital yeterlilikler önem kazanmıştır (Portillo ve diğerleri, 2020).

Eğitim 4.0'da öğrencilerin sadece dijital çağa ayak uydurmaları için dijital yeterliliklerini geliştirmek yeterli değildir. Çağın gereksinimlerinden olan hiç durmadan devam eden teknolojik gelişmelere ayak uydurabilen, aradığı bilgiye kolayca ulaşan ve öğrenen, eleştirel ve sorgulayıcı düşünerek doğru bilgiye ulaşabilen, toplumsal değerlere kıymet veren bireyler yetiştirebilmektir (Konca, 2020). Bu süreçte değişen koşullara hızlı ve etkin bir şekilde uyum sağlayabilen bilgi odaklı toplumların, kalkınma süreçlerinde belirgin bir avantaj elde etmesi de olasıdır (Granrath, 2017). Akademik yeterliliklerin ötesinde, kişinin alanında yetkin olması, uzmanlaşması, değişen koşullara uyum sağlayabilmesi ve kriz yönetimi becerileri, bireylerin profesyonel alanda tercih edilmeleri için kritik faktörlerdir (Zengin, 2022). Bu nedenle öğrencilerin Eğitim 4.0 yeterliliklerine sahip olması önem arz etmektedir.

Eğitim 4.0 süreçlerindeki dijital dönüşüme adapte olmak, endüstrinin, hükümetlerin, üniversitelerin ve toplumun işbirlikçi katılımını gerektirir çünkü dijital yeterlilik, bu dönüşümün temel taşlarından biridir (De Souza & Debs, 2024; Mir, 2024). Dijital yeterlilik, bireylerin ve kurumların teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmasıyla ilişkili olduğundan Eğitim 4.0'ın başarıya ulaşması için tüm paydaşların dijital yeterliliklerini geliştirmesi ve bu yetkinlikleri eğitim süreçlerine entegre etmesi kritik öneme sahiptir. Dünya üzerinde teknolojik yeniliklerin hayata geçirilmesinde en büyük rolü üniversiteler ve üniversitelerde yürütülen inovatif çalışmalar oynamaktadır (Alkayış, 2021; Wakchaure ve diğerleri, 2025). Bu bağlamda ülkemizde gelişen teknolojilere adapte olmak adına yeni stratejiler geliştirilmiştir. Türkiye'de Millî Eğitim Bakanlığı Fatih Projesi

ve Eğitim Bilişim Ağı (EBA) gibi projelerle, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) “Üniversitelerde Dijital Dönüşüm Projeleri” ile dijital dönüşüm süreçleri devam etmektedir (Bayburt & Eğin, 2021; Kocaman Karoğlu ve diğerleri, 2020). Bu projelerde kurumların ve eğitim ortamlarının dijitalleşmesine odaklanılmış, çevrimiçi dersler, dijital eğitim kaynakları, bulut bilişim gibi sistemlerin kullanılmasına önem verilmiş ve teknoloji temelli derslerin verilmesi gibi hedefler belirlenmiştir. Bu süreçlerin işletilmesi öğrencilerin dijital çağa ayak uydurabilmesi, çağın bilimsel ve teknolojik gelişmelerini takip edebilmesi ve gerisinde kalmaması, yeni teknolojileri tanınması, kullanabilmesi adına çok önemlidir. Ayrıca Eğitim 4.0 sürecinde öğrencilerin işbirlikçi ve etkileşimli öğrenme ortamlarında iletişim kurabilmeleri ve iş birliği becerilerine sahip olmaları, bireysel öğrenme, yaratıcı düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme gibi becerilere sahip olmaları da beklenmektedir (Hussin, 2018, Salmon, 2019). Bu beceriler öğrencileri gerçek hayata ve Eğitim 4.0 sürecine hazırlar (Himmetoğlu ve diğerleri, 2020).

Eğitim 4.0 ile dijital bilginin öğrenciler ile paylaşıldığı yeni öğrenme ortamları, dijital sınıflar mecburi bir hal almıştır. Bu bağlamda Eğitim 4.0 kavramının özellikleri ele alınarak nitelikli öğretmenler yetiştirilmesi için öğretmenlerin hangi becerilere sahip olması gerektiğine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Asıl & Asıl, 2024; Fedorova ve diğerleri, 2021; Göker, 2021; Santos, 2025; Tai ve diğerleri, 2022; Wei & Mohamad Nasri, 2022). Ayrıca öğretmen adaylarının derslerde teknoloji kullanım durumları veya ders planlarının Eğitim 4.0 bağlamında değerlendirilmesine yönelik çalışmalar da mevcuttur (Arpilleda ve diğerleri, 2023; Yılmaz & Tunçel, 2024; Dağaşan, 2025; Sari & Wilujeng, 2020). Bunun yanı sıra Eğitim 4.0 bağlamında öğretmen adaylarının algı ve tutumlarının belirlenmesine (Karaman ve diğerleri, 2020), yeterliliklerinin belirlenmesine yönelik ölçek geliştirme çalışmaları da alanyazında yer almaktadır (Turan Güntepe & Abdüsselam, 2022). Yeni teknolojilerin eğitim ortamlarına entegre edilmesi ile öğretmenlerin daha yaratıcı ve dikkat çekici eğitim ortamları tasarlayabildiği göz önünde bulundurulursa (Hussin, 2018), geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının da Eğitim 4.0 yeterliliklerine sahip olması, nitelikli bireylerin yetiştirilmesinde büyük bir öneme sahip olacaktır. Nitelikli bireylerin yetişmesi adına, öğretmen adayların mevcut durumunu ön plana çıkarmak ve mevcut eksiklerini gidermeye yönelik yapılandırmalar yapmak gerekmektedir. Bu açıdan yapılan çalışma ile öğretmen adaylarının Eğitim 4.0'a yönelik yeterliliklerini belirlemenin yanı sıra öğrenme sürecindeki bilgi ve kullanım durumlarını ortaya koymak amaçlanmaktadır. Bu kapsamda yürütülen çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterlilikleri, cinsiyet ve pedagojik formasyon alma değişkenlerine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
2. Öğretmen adaylarının öğrenme sürecinde Eğitim 4.0 teknolojilerini kullanma biçimleri nasıldır?
3. Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 teknolojilerine yönelik bilgileri ve bu teknolojilere yönelik kullanım önerileri nelerdir?

### Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin analizi ile araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

#### Araştırmanın Modeli

Araştırmada karma araştırma desenlerinden biri olan yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Bu desende hem nicel hem de nitel veriler eş zamanlı olarak toplanır, bu veriler ayrı ayrı analiz edilir ve sonuçlar harmanlanarak yorumlanır (Creswell & Plano Clark, 2011). Bu çalışmada nicel ve nitel veriler eşzamanlı olarak toplanmış ve her iki yönetime eşit düzeyde önem verilmiştir. Veri analiz süreçleri birbirinden bağımsız olarak yürütülmüş ancak genel yorumlama aşamasında elde edilen bulgular bütüncül bir şekilde değerlendirilerek sentezlenmiştir.

Araştırmanın nicel kısmında ilişkiyel tarama modeli kullanılmıştır. İki veya daha fazla değişken arasında bulunan ilişkiyi belirlemek adına ilişkiyel tarama modeli tercih edilmiştir (Karasar, 2016). Bu bağlamda çalışmada öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterlilikleri, cinsiyet ve pedagojik formasyon alma

değişkenlerine açısından incelendiğinden ilişkisel tarama modeli tercih edilmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda ise durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması yöntemi, araştırmacıya belirli bir konunun veya durumun üzerine odaklanmasına, durumu en ince ayrıntısına kadar tanımlamasına ve değişkenler arasında sebep sonuç ilişkilerini açıklamasına fırsat tanımaktadır (Cohen ve diğerleri, 2000). Araştırmada Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 kullanma biçimleri, Eğitim 4.0 teknolojilerine yönelik bilgileri ve bu teknolojilere yönelik kullanım önerilerine yönelik görüşlerini detaylı olarak ortaya koymak amacıyla durum çalışması yönetimi kullanılmıştır.

### **Araştırma Grubu**

Araştırma grubunu 2023-2024 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan iki devlet üniversitesinde öğrenim gören öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Araştırmanın nicel bölümünü eğitim fakültesinde öğrenim gören 137 ve farklı fakültelerde öğrenim görüp pedagojik formasyon dersi alan 133 olmak üzere toplam 270 (191 Kadın ve 79 Erkek) öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bu öğretmen adayları farklı sınıf seviyelerinde yer almakta olup 39 öğretmen adayı 1.sınıfta, 79 öğretmen adayı 2.sınıfta, 108 öğretmen adayı 3.sınıfta ve 49 öğretmen adayı 4. sınıfta öğrenim görmektedir. 270 öğretmen adaylarından 86'sı 17-20 yaş aralığında ve 184'ü 21-24 yaş aralığındadır.

Araştırmanın nitel bölümüne ise araştırmanın nicel bölümünde yer alıp gönüllük esasına göre seçilen 17 (9 Erkek 8 Kadın) öğretmen adayı katılmıştır. Bu öğretmen adayları seçkisiz örnekleme yöntemi ile cinsiyet, sınıf seviyesi ve pedagojik formasyon alma durumları dikkate alınarak ölçeği doldurmuş olan öğretmen adayları arasından seçilmiştir. Seçkisiz örnekleme yöntemi, bir evrenden onu temsil edebilecek yeterli büyüklükteki bir örneklemin rastgele seçilmesi esasına dayanır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu doğrultuda seçilen öğretmen adaylarının 3'ü 1 sınıf, 5'i 2 sınıf, 5'i 3.sınıf ve 4'ü 4.sınıf seviyesinde öğrenim görmektedir. İlgili öğretmen adaylarının 9'u öğretmenlik programı kapsamında formasyon alan ve 8'i ise lisans düzeyinde formasyon alan öğretmen adaylarından oluşmaktadır.

### **Veri Toplama Araçları**

Araştırma verileri öğretmen adaylarına yönelik hazırlanmış Eğitim 4.0 yeterlilik belirleme ölçeği ve mülakat formu ile toplanmıştır.

### **Eğitim 4.0 Yeterlilik Belirleme Ölçeği**

Turan Güntepe ve Abdüselam 'ın (2022) geliştirdiği ölçekte araştırma iki oturumda gerçekleştirilmiştir: İlk oturumda 308 öğretmen adayına açıcı faktör analizi (AFA) uygulanmış, ardından başka bir gruba doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanarak 172 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçta 21 maddeden oluşan ve üç faktörlü bir ölçek elde edilmiştir. Birinci faktörün yani dijital teknolojiye hakimiyetin iç tutarlılık katsayısı Cronbach's Alpha formülüne göre  $\alpha = .925$  ve Guttman's Split-half yöntemine göre  $.921$ ; ikinci faktör olan bilgi yönetiminin iç tutarlılık katsayısı Guttman'ın Split-half yöntemine göre  $\alpha = .880$  ve  $.884$  iken üçüncü faktör olan sürece aktif katılım'ın iç tutarlılık katsayısı  $\alpha =$  Cronbach's Alpha formülüne göre  $.802$  ve Guttman'ın Split-half yöntemine göre  $.783$  olduğu görülmüştür. "Eğitim 4.0 yeterlilik belirleme" ölçeği yanıt seçenekleri "Kesinlikle yaparım", "Yaparım", "Kısmen yaparım", "Yapamam", "Kesinlikle yapamam" şeklinde 5'li likert tipi bir ölçektir.

### **Mülakat Formu**

Araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış mülakat formu öğretmen adaylarının öğrenme süreçlerini nasıl planladıkları, karşılaştıkları sorunları nasıl çözmeye çalıştıkları, bu aşamalarda teknolojiden nasıl faydalandıklarını ve hangi teknolojileri ne amaçla kullandıklarını ve kullanabileceklerini ortaya koyabilmek amaçlı hazırlanmıştır. Bu form oluşturulurken Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri alanında uzman üç araştırmacıdan görüş alınmış ve gelen dönüşlere yönelik forma nihai hali verilmiştir. İlgili form nihai haliyle 12 açık uçlu sorudan oluşmuştur. Formda "Eğitim 4.0 bağlamında öğrenme sürecinizde bir sorunla karşılaştığınızda hangi dijital araçlardan ve yöntemlerden faydalanıyorsunuz? Sorunu çözmek için neler yapıyorsunuz?", Eğitim 4.0 bağlamında öğrenme süreciniz kendiniz planlayabiliyor musunuz? Nasıl? "

gibi bazı örnek sorular yer almaktadır. Araştırmacılar ilgili formun kullanıldığı mülakat ortamında sorular sohbet havasında ve günlük konuşma diline uygun bir şekilde yöneltilmiştir.

### Veri Analizi

Ölçeğin tüm sorulara verilen yanıtlarda 5'li likert ölçeğine göre 1'den 5'e kadar sadece tek bir rakamın işaretlendiğinden dolayı 2 veri seti analiz kapsamına alınmamıştır. Bu doğrultuda başlangıçta 272 öğretmen adayının doldurduğu ölçeklerden veri ayıklama işlemi sonunda 270 ölçeğin analizi yapılmıştır. Ölçek verileri SPSS Paket Programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada örneklem büyüklüğü 50'nin üzerinde olduğu için Kolmogorov-Smirnov normallik değerine bakılmış, 0,079 değeri bulunmuştur. Sonuç olarak p değerinin 0,05 manidarlık düzeyinden büyük olduğu ve ölçek ortalama değerlerinin normal bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca verilerin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Skewness ve Kurtosis değerlerinin "-0,200" ve "0,480" olduğu gözlemlenmiştir. Tabachnick ve Fidell (2015), Kurtosis ve Skewness değerlerinin -1.5 ile +1.5 arasında olan verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmesi gerektiğini savunmuştur. Ayrıca verilen normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için histogram grafiğine de bakılmış ve normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu nedenle araştırmada, veri seti normal dağılım özelliği gösterdiğinden veri analizinde parametrik testler kullanılmıştır. Ölçek puanları hesaplanırken ortalama ve standart sapma hesaplamaları kullanılırken, cinsiyet ve pedagojik formasyon alma şekillerine ilişkin veriler arasında anlamlı bir ilişki olma durumunu belirlemek için bağımsız değişkenler t testi kullanılmıştır. Mülakat verileri ise içerik analizi yöntemi ile incelenmiş, belirlenen temalar ve kodlar dahilinde yorumlanmıştır. İçerik analizi, benzerlik gösteren verilerin gruplanması, ardından okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenlenip yorumlanması sürecidir (Bauer Martin, 2003). Araştırmada veri kaybını önlemek adına, katılımcıların izni alınarak görüşmeler sırasında ses kaydı yapılmıştır. Her öğretmenin yaklaşık 50 dakika süren ses kaydı, bilgisayar ortamına aktarılıp ve transkript edilmiştir.

### Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırma kapsamında Eğitim 4.0 Yeterlilik Belirleme Ölçeği'nin kullanılabilirliğini sağlamak için öncelikle geçerlik ve güvenirlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapı geçerliliğini değerlendirmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar, ölçeğin model veri uyumunun kabul edilebilir referans aralığında olduğunu göstermektedir ( $\chi^2/df=2.96$ , RMSEA=.07, SRMR=.06, CFI=.91). Güvenirlik analizi kapsamında Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanmış ve .89 olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda ölçeğin geçerli ve güvenilir olduğu (Schermerhelle Engel ve diğerleri, 2003; Creswell, 2005) ve ilgili ölçeğin bu araştırmada kullanılabilirliği belirlenmiştir. Araştırmanın nitel aşamasında ise araştırmacılar, katılımcılarla doğrudan etkileşim kurarak mevcut durumu objektif bir şekilde ortaya koymaya çalışmış ve özne yargılardan kaçınmaya özen göstermiştir. Ayrıca toplanan verilerde her bir tema içinde hangi alt tema ve kategorilerin yer aldığı, bunların ne kadar sık tekrarlandığı ve bunlarla ilgili ifadeler kodlama yöntemiyle iki araştırmacı tarafından farklı zamanlarda ayrı ayrı analiz edilerek ortaya konmuştur. Araştırma kapsamında veriler öncelikle okunarak kodlanmış ve ortak kategoriler altında toplanmıştır. Ayrıca, bulgular katılımcılardan alınan alıntılarla desteklenerek zenginleştirilmiştir. Araştırmanın güvenirliliği: uyum yüzdesi formülü (% uyuma = [uzlaşma / anlaşmazlık + uzlaşma] \* 100) ile hesaplanmış, sonuç 0.92 bulunmuştur. Bulunan değer 0.70'in üzerinde olması veri analizinin güvenilir olduğunu göstermektedir (Miles & Huberman, 1994). Ayrıca araştırma etiği çerçevesinde öğretmen adaylarının isim gizliliğine dikkat edilerek adaylar Ö1, Ö2, Ö3, ..., Ö17 olarak kodlanmıştır.

### Bulgular

Bu bölümde öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterliliklerinin belirlemek için kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgular verilmiştir.

#### Araştırmanın Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ilk alt problemi olan "Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterlilikleri, cinsiyet ve pedagojik formasyon alma değişkenlerine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?" sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar ise aşağıda ilgili başlık altında yer almaktadır.

Araştırma kapsamında öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterlilik düzeylerini belirlemeye yönelik kullanılan ölçek verileri analiz edilmiştir. Ölçeğe ilişkin betimsel istatistikler hesaplanmış, bu doğrultuda ortalama (X), standart sapma (SS), çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Eğitim 4.0 Yeterlilik Ölçeği Faktörlerine İlişkin Betimsel Veriler

Faktörler	N	$\bar{X}$	ss	Çarpıklık	Basıklık
Dijital teknolojiye hakimiyet	270	3,55	0,96	-0,46	0,94
Bilgi yönetimi	270	2,86	1,13	0,21	-0,27
Sürece aktif katılım	270	3,42	1,09	-0,41	-0,09
<b>Ölçek toplam puanı</b>	<b>270</b>	<b>3,35</b>	<b>1,04</b>	<b>-0,20</b>	<b>0,48</b>

Tablo 1 incelendiğinde Eğitim 4.0 yeterlilik ölçeğinden elde edilen puanların çarpıklık ve basıklık değerlerinin  $\pm 1,5$  aralığında olduğu görülmüş, verilerin normal dağıldığı tespit edilmiştir. Eğitim 4.0 yeterlilik anketi genel ortalamasının 3,35 olduğu görülmektedir. Faktörlerin ortalama puanları incelendiğinde, “Dijital teknolojiye hakimiyet” (3,55) ve “Sürece aktif katılım” (3,42) faktörlerinin ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir. “Bilgi yönetimi” faktörü ise 2,86 ortalama ile daha düşük olduğu tespit edilmiştir. “Dijital teknolojiye hakimiyet” maddelerinden en yüksek puanı alan “Kişisel ihtiyacım doğrultusunda kişisel eğitimimi şekillendirebilirim.” ve “Öğrenme sürecinde zorluk çektiğim durumlarda kimden yardım almam gerektiğini belirleyebilirim.” maddeleri olmuştur. Bilgi yönetimi kısmında en çok “Yapay zekânın ne olduğunu açıklayabilirim”, Sürece aktif katılım kısmında “Bilgi ve iletişim teknolojilerin kullanırken etik ilkelere dikkat ederim.” ve “Dijital kaynaklardaki bilgilerden doğru olanı seçebilirim.” maddeleri yüksek puan almıştır. Ölçek genelinde en düşük ortalama alan maddelerin “Kod blokları kullanarak kendi programımı yazabilirim”, “Üç boyutlu (3B) yazdırma yapabilmek için hangi yazılımları kullanacağımı seçebilirim”, “Bitcoin ve Blockchain teknolojilerinin ne olduğunu açıklayabilirim” ve “Robotik kodlamanın ne olduğunu açıklayabilirim” maddeleri olduğu tespit edilmiştir.

Cinsiyet değişkeni açısından öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterliliklerine ilişkin puanlar arasındaki farklılık bağımsız değişkenler t testi ile analiz edilmiş ve elde edilen veriler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Göre Eğitim 4.0 Yeterlilik Puanlarına Yönelik T Testi Verileri

Ölçek alt boyutları	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	ss	t	sd	p	Cohen d
Dijital teknolojiye hakimiyet	Kadın	191	3,52	0,70	-0,94	268,00	0,35	-
	Erkek	79	3,61	0,69				
Bilgi yönetimi	Kadın	191	2,77	0,88	-2,69	268,00	0,01	0,89
	Erkek	79	3,09	0,91				
Sürece aktif katılım	Kadın	191	3,36	0,93	-1,79	268,00	0,07	-
	Erkek	79	3,58	0,93				
<b>Ölçeğin toplam puanı</b>	Kadın	191	3,29	0,73	-1,87	268,00	0,063	-
	Erkek	79	3,47	0,72				

Tablo 2 incelendiğinde kadın öğretmen adaylarının ortalamasının 3,29 olduğu, erkek öğretmen adaylarının ortalamasının 3,47 olduğu görülmektedir. Erkek öğretmen adaylarının ortalamalarının yüksek olduğu fakat p değerinin 0,63 yani 0,05’ten büyük olduğu ( $p > 0,05$ ) ve cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Sadece “Bilgi yönetimi” faktöründe erkeklerin ortalama puanı kadınların ortalama puanı arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Bu anlamlı farklılık büyük düzeyde etki büyüklüğünü göstermektedir ( $d > 0,8$ ,  $d = 0,89$ ).

Pedagojik formasyon alma şekli açısından öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterliliklerine ilişkin puanlar arasındaki farklılık bağımsız değişkenler t testi ile analiz edilmiş ve elde edilen veriler Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 3.** Öğretmen Adaylarının Pedagojik Formasyon Dersleri Alma Şekline Göre Eğitim 4.0 Yeterlilik Puanlarına Yönelik T Testi Verileri

Ölçek alt boyutları	Pedagojik formasyon şekli	N	$\bar{X}$	ss	t	sd	p
Dijital teknolojiye hakimiyet	Lisans	133	3,58	0,76	0,94	268,00	0,35
	Öğretmen	137	3,51	0,62			
Bilgi yönetimi	Lisans	133	2,96	0,91	1,89	268,00	0,06

	Öğretmen	137	2,76	0,89			
Sürece aktif katılım	Lisans	133	3,42	0,95	-0,02	268,00	0,98
	Öğretmen	137	3,42	0,92			
Ölçeğin toplam puanı	Lisans	133	3,39	0,77	0,98	268,00	0,33
	Öğretmen	137	3,30	0,69			

Tablo 3 incelendiğinde ölçek ortalaması lisans düzeyinde pedagojik formasyon alan öğretmen adaylarının 3,39 iken öğretmenlik programı kapsamında pedagojik formasyon alan öğretmen adaylarının 3,30 olduğu tespit edilmiştir. Ölçekten elde edilen ortalamanın p değerinin 0,33 yani 0,05'ten büyük olduğu ( $p>0,05$ ) ve öğretmenlik programı kapsamında pedagojik formasyon eğitimi alan ve öğretmenlik programı kapsamı dışında pedagojik formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterlilikleri arasında ölçek genelinde ve alt faktörlerde anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ( $p>0,05$ ).

### İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi olan "Öğretmen adaylarının öğrenme sürecinde Eğitim 4.0 teknolojilerini kullanma biçimleri nasıldır?" sorusunu açığa çıkarmayı amaçlayan yönelik öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar ise aşağıda ilgili başlık altında sunulmuştur.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Öğrenme Süreci

Tema	Kod	Katılımcı	n	Örnek ifadeler
Planlama	Program oluşturma	Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17	14	Ö5: "Gerekli konuları belirleyip gün ve saat belirleyip program oluşturun. Program doğrultusunda internette araştırma yaparak ya da videolar dinleyerek öğreniyorum."
	Ajanda ve not uygulamaları	Ö1, Ö4, Ö16	3	Ö1: "Genelde ajanda ve not uygulamaları kullanarak günlük, aylık ve yıllık planları taslak olarak oluştururum. Esneklik payı bırakarak olağan dışı bir durumda bu sayede planımı tekrar o duruma göre düzenleyebilirim."
Sorun Çözme	Araştırma yapma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17	14	Ö17: "Sorunu çözmek için genellikle Google, youtube gibi sitelerden araştırma yaparım. Ayrıca arkadaşlarımdan yardım alırım."
	Uzmana/öğretmene danışma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16	13	Ö12: "Sorunu çözmek için internette, youtube gibi uygulamalardan destek alıyorum. Ayrıca bu konuda bilgisi olan arkadaşlarıma ya da konuda uzman öğretmenlerime sorunun çözümü için danışırım."
	Arkadaşına danışma	Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17	9	Ö10: "Bir sorunu karşılaştığımda öğretmenime ya da arkadaşlarıma danışırım."
	Kendi kendine çözme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö8, Ö13	5	Ö3: "Sorunu kendi imkanlarımla çözmeye çalışırım eğer tek başıma bu sorunu çözemezsem o sorunla ilgili araştırma yapar, benzer videolar vs izlerim ya da o konuyla ilgili bilgili uzman bir kişiden yardım alırım."
	Deneyim sahiplerine danışma	Ö4, Ö6, Ö7, Ö11	4	Ö6: "Sorun yaşadığım konu hakkında araştırma yaparım. Sonunun yaşandığı konu hakkında benden daha bilgili olduğunu düşündüğüm kişilerden yardım alırım. Forum veya wikiler üzerinden sorun ile ilgili araştırmalarda bulunurum."
	Aileye danışma	Ö8, Ö11	2	Ö11: "Sorunu kendim çözmeye çalışırım. Anlamadığım bir yer olursa farklı kaynaklardan bilgi edinirim, eğer kendim çözemezsem ailemden, öğretmenlerden ve internetteki kaynaklardan yardım alırım."
	Disiplinerarası çalışma/projeler	Açık olma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17	13
Kapalı olma		Ö2, Ö9, Ö10, Ö15	4	Ö9: "Hayır, disiplinlerarası çalışmalara katılmak istemem çünkü seviye olarak yeterli olduğumu düşünmüyorum."

Öğretmen adaylarının öğrenme sürecine ait yanıtları, Tablo 4'de görüldüğü gibi planlama, sorun çözme ve disiplinlerarası çalışma/projeler olarak isimlendirilen üç tema ile incelenmiştir. Planlama teması altında öğretmen adaylarının sıklıkla program oluşturma ( $n=14$ ) kodunu vurguladıkları belirlenmiştir. Ayrıca bazı

öğretmen adayları ise ajanda ve not uygulamaları (n=3) ile planlama yaptıklarını ifade etmişlerdir. Sorun çözme teması altında uzmana/öğretmene danışmana (n=15) ve araştırma yapma (n=14) kodlarına öğretmen adaylarının birçoğu değinmiştir. Bunun yanı sıra arkadaşlarına danışma kodu da yine öğretmen adaylarının büyük bir kısmı tarafından belirtilmiştir. İlgili temanın altında “kendine çözme, deneyim sahiplerine danışma, aileye danışma” kodları da adaylar tarafından açığa çıkan kodlardır. Disiplinerarası çalışma/projeler teması altında ise öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (n=13) disiplinlerarası çalışmalara açık olduğunu ifade ederken öğretmen adaylarından dördü ise kendini bu konuda yetersiz gördüğünü belirttiği bu tür çalışmalarını tercih etmediklerini belirtmiştir. Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında öğretmen adaylarının güvenlik ve doğruluğa ilişkin aldıkları tedbirlere yönelik görüşleri de alınmıştır ve elde edilen bulgular Tablo 5’te yer almaktadır.

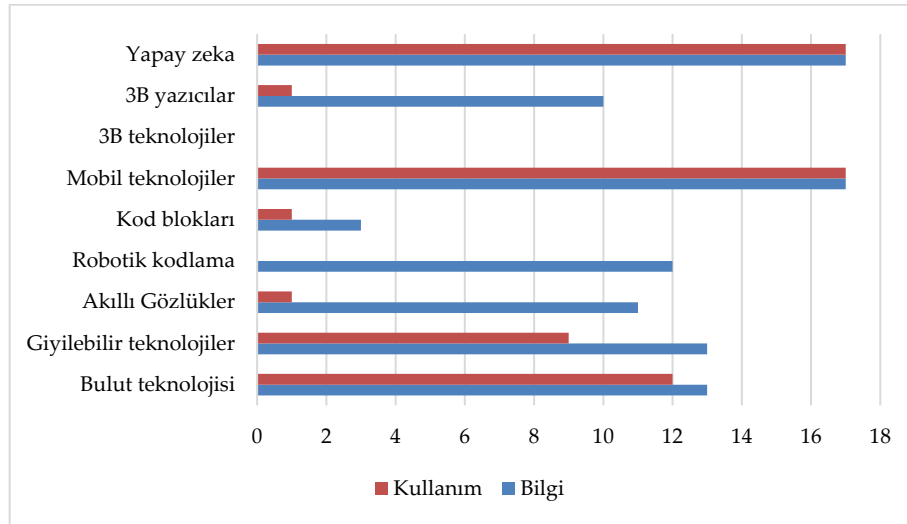
**Tablo 5.** Öğretmen adaylarının öğrenme sürecindeki güvenlik ve doğruluğa yönelik yanıtları

Tema	Kod	Katılımcı	n	Örnek ifadeler
Güvenlik tedbirleri	Güvenilir kaynaklar/bağlantılar kullanma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö13, Ö17	11	Ö2: “Güçlü şifreler kullanıyorum ve bilmediğim bağlantılara tıklamıyorum.”
	Şifre güvenliği	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö13, Ö15, Ö16	9	Ö6: “Güvenilir internet bağlantıları, güvenli ve zorlu şifreler, çoklu parola doğrulamalar, antivirüs programları ile önlemler alırım.”
	Antivirüs yazılımları	Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö15	5	Ö15: “Antivirüs programı kullanırım ve güçlü şifreler oluştururum.”
	Çok aşamalı doğrulama	Ö1, Ö9, Ö11	3	Ö9: “Kullandığım uygulama için güçlü şifreler oluştururum ve iki adımlı kimlik doğrulamasını kullanırım.”
	İzinlere/çerezlere dikkat etme	Ö1, Ö4, Ö17	3	Ö4: “Öncelikle yasaklı olan veya güvenilir olmayan siteleri anlayabilir ve o sitelere giriş yapmam. Önüme çıkan izinlerin ve çerezlerin de hepsine onay vermem.”
	Kişisel verileri paylaşmama	Ö13, Ö16	2	Ö13: “Güvenli kaynaklar kullanırım ve çok bilinen sitelere girerim. Kişisel verilerimi paylaşmam ve sık sık şifre güncellemesi yaparım.”
	Ortak wifi ağına bağlanmama	Ö1	1	Ö1: “Çok aşamalı doğrulama kullanmaya, güvenilir olmayan bağlantılara girmemeye, uygulamalar veya sitelere girerken gerekli izinlere veya çerezlere dikkat etmeye, topluma açık güvenilir olmayan wifi bağlantısı kullanmamaya ve şifreleri de büyük/ küçük harf, rakam ve özel simge kullanmayan dikkat ederim.”
Güvenlik tedbirleri alamama	Ö12	1	Ö12: “Teknoloji kullanırken güvenlik tedbirlerini alamam. Bu konuda yetersizim.”	
Etik ilkeler	İntihal	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö13, Ö15, Ö17	10	Ö8: “Dikkat etmeye çalışıyorum. Mesela internetteki kaynaklardan bilgi aldığımında kaynağını gösteriyorum.”
	Bilgi/belge paylaşımı	Ö9, Ö10, Ö14	3	Ö9: “Bu ortamlarda paylaşım dikkat ederim, başkasına ait bir belgeyi izin verilmediği sürece çevrimiçi ortamlarda paylaşmam.”
	Zorbalıktan kaçınma	Ö2, Ö13, Ö16	3	Ö16: “İnternet ortamında olsa bile kişilerin fikirlerine saygılıyım, kesinlikle zorbalık yapmam.”
	Bilgi sahibi olmama	Ö11, Ö12	2	Ö11: “Etik ilkeler hakkında bilgi sahibi değilim.”
Yetkililere bildirme	Ö1	1	Ö1: “İntihal durumlarına özen gösteririm. Yanlış bilgilere karşı temkinli davranırım eğer böyle bir durum ile karşılaşsam yetkililere bildirmeye özen gösteririm.”	
Bilginin doğruluğu	Farklı sitelerden araştırma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17	15	Ö10: “Her bilgiyi yayamayız, öncelikle bilginin doğruluğunu farklı siteleri okuyarak teyit etmemiz gerekir.”
	Güvenilir siteler kullanma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö13, Ö16	7	Ö7: “Güvenilir sitelerden kaynak almaya özen gösteririm”
	Bilginin doğruluğunu kontrol eden siteler	Ö6	1	Ö6: “Farklı kaynakları tarayarak eşleşme olup olmadığını kontrol ederim. Doğru olup olmadığını kontrol eden internet sitelerini kullanırım.”
	Teyit etmeme	Ö11	1	Ö11: “Bilginin doğruluğunu teyit edemiyorum. Bu konuda bilgi sahibi değilim.”

Öğretmen adaylarının güvenlik ve doğruluğa ilişkin yanıtları, Tablo 5'te görüldüğü gibi güvenlik tedbirleri, etik ilkeler ve bilginin doğruluğu olmak üzere üç tema altında toplanmıştır. Güvenilir kaynaklar/bağlantılar kullanma (n=11) ve şifre güvenliği (n=9) kodu öğretmen adayları tarafından güvenlik tedbirleri teması altında sık vurgulanmaktadır. Bunun yanı sıra antivirüs yazılımları, çok aşamalı doğrulama, izinlere/çerezlere dikkat etme, kişisel verileri paylaşmama, ortak wifi ağına bağlanmama, güvenlik tedbirleri alamama kodları da öğretmen adayları tarafından güvenlik tedbirleri teması altında ifade edilen diğer kodlardır. Etik ilkeler teması altında ise intihal (n=10) kodu öğretmen adayları tarafından dile getirilmiştir. Bu kodun yanı sıra ilgili temanın altında bilgi/belge paylaşımı, zorbalıktan kaçınma, bilgi sahibi olmama, yetkililere bildirme kodları da öğretmen adayları tarafından belirtilmiştir. Bilginin doğruluğu teması altında öğretmen adaylarının birçoğu farklı sitelerden araştırma (n=15) yaparak doğruya ulaştıklarını söylemişlerdir. Yine öğretmen adayları bilginin doğruluğunu, güvenilir siteler kullanarak (n=7) da sağlamaktadır. Ayrıca bilginin doğruluğu teması altında bilginin doğruluğunu kontrol eden siteler kullanarak kontrol eden ve bilginin doğruluğunu kontrol edemeyen birer öğretmen adayı bulunmaktadır.

### Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 teknolojilerine yönelik bilgileri ve bu teknolojilere yönelik kullanım önerileri nelerdir?" sorusunu açığa ilişkin yönelik öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar aşağıda ilgili başlık altında sunulmuştur.

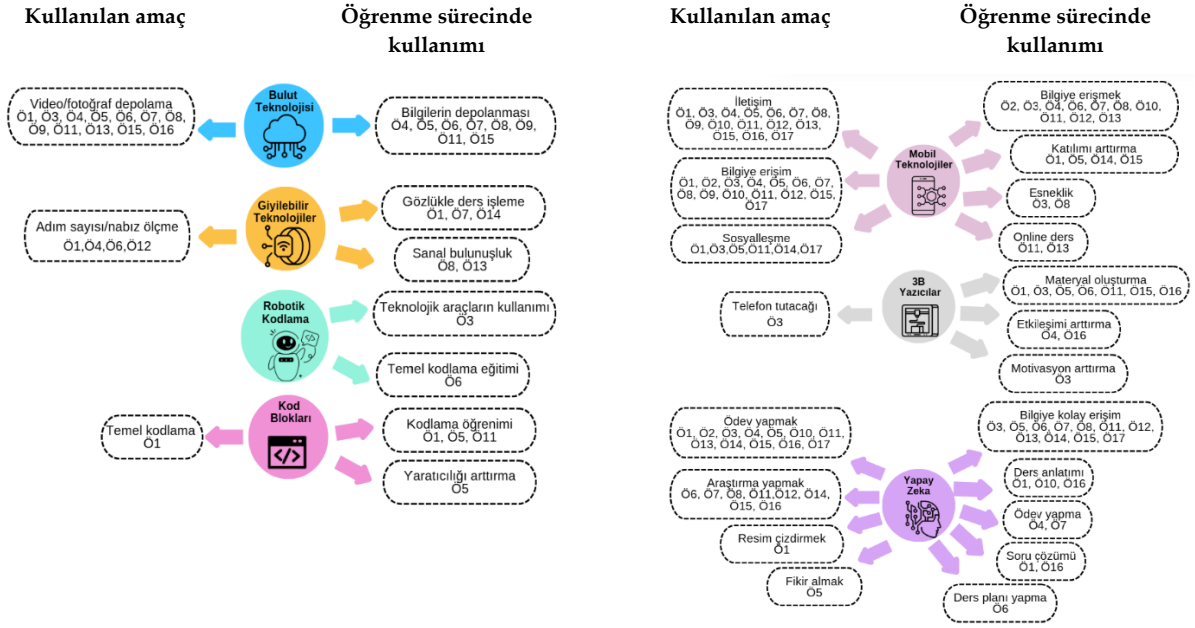


Şekil 1. Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 teknolojilerine yönelik bilgileri ve kullanımları

Öğretmen adaylarının hepsi yapay zekâ ve mobil teknolojiler hakkında hem bilgi sahibi olduklarını hem de bu teknolojileri kullandıklarını belirtmişlerdir (Şekil 1). Robotik kodlamaya yönelik öğretmen adaylarının bilgileri olmasına rağmen bu teknolojileri kullanmadıkları da belirlenmiştir. Ayrıca 3B yazıcı hariç diğer 3B teknolojilere yönelik adayların ne bilgisi olduğu ne de bu teknolojileri kullandıklarına yönelik herhangi bir bilgi tespit edilmemiştir. Bunun yanı sıra akıllı gözlük ve 3B yazıcılar hakkında birçok öğretmen adayının bilgisi olmasına rağmen bu araçları kullanan öğretmen adaylarının sayısı oldukça sınırlıdır. Kod bloklarına yönelik öğretmen adaylarından bazılarının (Ö1, Ö6, Ö15) bilgileri olmasına rağmen bunlardan sadece Ö1'in kod bloklarına yönelik bilgisi mevcuttur. Bu bağlamda Ö1'in ilgili duruma yönelik ifadesi şu şekildedir:

"Kod bloklarını Code.org sitesinde bir uygulama için kullanmıştım."

Bulut teknolojisi ve giyilebilir teknolojilere yönelik öğretmen adaylarından birçoğunun bilgisi olduğu ve ilgili teknolojileri kullandıkları adaylar tarafından vurgulanmaktadır. Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 teknolojilerini kullanılma amaçları ve kullanımına yönelik sunduğu öneriler Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Eğitim 4.0 teknolojilerini kullanılma amaçları ve kullanımına yönelik öneriler

Şekil 2 incelendiğinde eğitimde 4.0 kapsamında kullanılan teknolojilerden bulut teknolojisini öğretmen adaylarının birçoğu (n=12) video/fotoğraf depolama amaçlı kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları bulut teknolojisinin bilgilerin depolanması (n=8) amacıyla öğrenme sürecinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Bu bağlamda bulut bilişim teknolojisinin kullanımına yönelik Ö4 kodlu öğretmen adayının görüşü şöyledir:

*"Fotoğraf veya bilgilerimi depolamak için bulut bilişim kullandım. Öğrenme süreçlerinde ise bilgilerimi depolamak amaçlı kullanabilirim."*

Öğretmen adaylarının giyilebilir teknolojileri adım sayısı/nabız ölçme amaçlı (n=4) kullandıkları belirlenmiştir. Öğrenme sürecine giyilebilir teknolojilerin gözlükle ders işleme ve sanal bulunuşluk kapsamında kullanılabileceği görülmektedir. Ö1 kodlu öğretmen adayı giyilebilir teknolojin kullanımına şu şekilde yer vermiştir:

*"Akıllı saati kullanmıştım nabız ölçmek için ancak giyilebilir teknolojiler öğrenme sürecinde sanal gerçeklik gözlüğüyle ders işlemek için kullanılabilir."*

Robotik kodlamaya öğretmen adaylarının herhangi bir kullanım deneyimi bulunmamaktadır. Ö1 kodlu öğretmen adayı robotik kodlamanın öğrenme sürecinde teknolojik araçların kullanımını yönetmek için eğitim-öğretim sürecinde kullanılabileceğini ve Ö6 ise temel kodlama eğitimi vermek için öğrenme sürecinde kullanımının uygun olabileceğini ifade etmektedir. Öğretmen adayların yalnızca Ö1, temel kodlama sürecinde kod bloklarının kullandığını belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarından bazıları öğrenme sürecinde kodlama öğretimi (n=3) ve yaratıcılığı arttırmak (n=1) amacıyla kod bloklarının kullanılabilir olduğu ifade edilmiştir. Bu doğrultuda Ö5 kodlu öğretmen adayının görüşü şu şekildedir:

*"Bilgisayara ilgili olan öğrenciler için kodlama öğretiminde kolaylığından dolayı tercih edilebilir ve bu süreçte yapılacak ürünlerle hem öğrenciler yaratıcı ürünler ortaya koyabilir hem de yaratıcılıkları desteklenebilir."*

Öğretmen adaylarının hepsi mobil teknolojileri ve yapay zekâ teknolojilerini kullandıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adayları mobil teknolojileri iletişim (n=15), bilgiye erişme (n=14) ve sosyalleşme (n=6) amaçlı kullanırken yapay zekâ teknolojileri ise ödev yapmak (n=12), araştırma yapmak (n=8), resim çizdirmek (n=1) ve fikir amaçlı (n=1) kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğrenme sürecine yönelik olarak mobil teknolojilerin bilgiye erişmek, katılımı arttırmak, esneklik ve online ders için kullanılabileceği vurgulanırken yapay zekâ teknolojilerin ise bilgiye kolay erişim, ders anlatımı, soru çözümü ve ders planı yapmak için öğrenme sürecinde kullanılabilir olduğu adaylar tarafından vurgulanmıştır. Öğretmen adaylarından Ö3'ün mobil teknolojilere yönelik ifadeleri ve Ö15'in ise yapay zekâyâ yönelik ifadeleri şöyledir:

*“Mobil teknolojileri arkadaşlarımla, ailemle iletişim kurmak ve herhangi bir bilgiye erişmek ve sosyalleşmek için kullanıyorum. Yine bilgiye erişmek, her yerde istediğimiz zamanda mobil teknolojiler öğrenciye eğitim olanağı sağlayabilir.”*

*“Ödev yaptırmak ve araştırma yapmak için kullanıyorum. Öğrenme sürecinde bu teknolojiler ile içerik hazırlarken bilgiye kolay erişim için kullanılabilir.”*

3B yazıcıları öğretmen adaylarından Ö3 telefon tutacağı yapmak için kullandığı tespit edilmiştir. Öğrenme sürecinde öğretmen adayları 3B yazıcıların materyal oluşturma (n=7), etkileşimi artırma (n=2) ve motivasyonu artırma (n=1) amaçlı kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda Ö3 kodlu öğretmen adayı ifadesiyle ilgili teknolojinin materyal oluşturma ve motivasyon üzerindeki etkisine değinmiştir. İlgili durumu Ö3 şu şekilde belirtmiştir:

*“Telefon tutacağı yapımında 3B yazıcıları kullandım. Öğrenme amaçlı da öğrencilerin yeni materyaller oluşturmaları için kullanılabilir bu sayede öğrenme sürecindeki motivasyonları da artar.”*

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmada öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterlilikleri incelendiğinde ortalamalarının yüksek olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin Eğitim 4.0 yeterlilikleri incelendiğinde düşük puan aldıkları maddelerin “kod blokları kullanabilirim, robotik kodlamanın ne olduğunu açıklayabilirim, 3B yazdırma yapabilirim” maddeleri olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni öğrencilerin bu alanlarda deneyim sahibi olmamalarıdır. Oysaki kodlama eğitimi her yaş grubuna hitap eden programlama öğretimini kapsar (Kaylan, 2024; Şahin & Arıkan, 2024). Gelecekte nitelikli yazılımcılar yetiştirebilmek için küçük yaşlardan itibaren kodlama eğitimine başlanması algoritmik düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılabilmesi açısından önemlidir (Altunel, 2018). Bu doğrultuda son yıllarda Türkiye dahil dünyada birçok ülkenin, anaokulundan liseye kadar her seviyede kodlama eğitimini müfredatlarına ekledikleri görülmektedir (Eğin & Arıkan, 2020). Kodlama eğitimi ve dijital okuryazarlık eğitimleri okul öncesi dönemden başlayıp yükseköğretime kadar geniş bir sürece yayılarak ele alınması, planlanması, tasarlanması ve uygulanması gereken bir konudur (Konca, 2020; Nambiar, 2020; Taylor ve diğerleri, 2020). Aynı şekilde öğretmen adaylarının 3B teknolojileri tanıma, 3B yazdırma yapabileme, yapay zekâ teknolojileri gibi yeni teknolojilerden haberdar olmaları, bu teknolojileri derslerde nasıl kullanabileceklerini bilmeleri gerekir. Elde edilen verilerden öğretmen adaylarının teknolojik araçları tanımlayabildiği fakat kullanımları konusunda kendilerini eksik gördükleri tespit edilmiştir. Bunun nedeni Eğitim 4.0 araçlarına kolay ulaşamamaları ve bu araçları kullanma pratiklerinin olmaması ile ilişkilendirilebilir. Öğretmen adaylarının “proje bazlı çalışmalarda rol alabilirim”, “disiplinlerarası çalışabilirim” ve “öğrenme sürecinde zorluk çektiğim durumlarda kimden yardım almam gerektiğini belirleyebilirim” gibi iş birlikli çalışmayı esas alan durumlarda nispeten daha iyi oldukları, ama bu konuda desteklenmeleri gerektiği anlaşılmaktadır. Eğitim 4.0, öğretmenler arası ve farklı disiplinlerden uzmanlarla iş birliğine önem vermektedir (Asıl & Asıl, 2024). Ayrıca son yıllarda iş birliği ve grup çalışmaları temelli iş modelleri olduğu düşünülürse öğretmenlerin sınıf ortamlarında öğrenciler arasında iletişimi ve iş birlikli grup çalışmalarını desteklemeleri önem kazanmaktadır (Tikhonova & Raitskaya, 2023). Benzer şekilde nitel kısımda öğretmen adaylarının çoğu disiplinler arası çalışmaya açık olduklarını belirtirken, bazı öğretmen adaylarının disiplinler arası çalışmaya katılmak için isteksiz oldukları görülmüştür. Birçok çalışmada lisans öğrencilerinin Eğitim 4.0 süreçlerinde öz yönetim, esneklik, uyum sağlama, iletişim becerileri, inisiyatif alabilme, işbirlikçi çalışma, takım çalışması, disiplinler arası çalışma, problem çözme, yaratıcılık, geri bildirim verme ve alma, liderlik gibi becerilere sahip olması gerektiğini vurgular (Chigbu ve diğerleri, 2023; Karpenko ve diğerleri, 2021; Kipper ve diğerleri, 2021; Teo ve diğerleri, 2021; Zengin, 2018). İstihdam edilebilir mezunlar yetiştirmek adına bu konuda üniversitelere önemli sorumluluklar düşmektedir (Benesova ve diğerleri, 2019; Thite ve diğerleri, 2021).

Öğretmen adaylarının bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanırken güvenlik tedbiri alma ve etik ilkelere uyma konusunda bilgili oldukları söylenebilir. Mülakatlardan elde edilen verilerde öğrencilerin bir kısmının internet kullanımlarında güvenlik tedbirleri aldıkları, bu konuda güçlü şifreler, antivirüs yazılımlar kullandıkları, güvenilir bulmadıkları bağlantılara giriş yapmadıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının çoğu etik konusunda “intihal” kavramını bilmekte ve kaynak gösterme konusunda bilinçli oldukları tespit edilmiştir. Bu durumun yanı sıra etik konularında bilgi sahibi olmadıklarını belirten öğrenciler de vardır. Bu

konuda öğretmen adaylarının mesleki ve teknoloji kullanımına yönelik etik bilgisinde eğitim eksikliklerinin tamamlanması gerekmektedir (Cabero-Almenara ve diğerleri, 2020). Bu sonuç Yurdakul ve diğerleri (2012) tarafından yapılan araştırmayla örtüşmektedir; burada öğretmenlerin pedagojik ve teknolojik anlamda etik öğretiminde bir hazırlığa sahip olmaları gerektiği belirtilmektedir. Öğretmen eğitiminde, öğretim ve öğrenme ortamlarında teknolojinin kullanımında adalet, eşitlik, gerçek ve sorumluluk değerlerine dayalı davranış olarak anlaşılan etik bilgiye özellikle dikkat edilmelidir (Gómez-Trigueros & Yáñez de Aldecoa, 2021). Öğretmenlerin internetteki içeriklerin doğruluğu, güvenli kullanımı, kaynak göstermenin önemi ve bu içerikleri sorumlu bir şekilde kullanma gerekliliğinin farkında olmaları gerekir (Gómez-Trigueros, 2023). İnternet ortamında kişisel bilgilerin korunması, gizliliğin sağlanması ve bilişim etiğine ilişkin tüm kuralların her yaş grubunda doğru algılanıp, kolay uygulanır olması Eğitim 4.0 süreçlerini destekleyecektir (Elçiçek, 2022). Güvenlik ve etik konusunda bilgili olan öğretmen adayları teknoloji kullanımında daha cesaretli ve özgüvenli davranabilirler (Canipek, 2022). Bilginin doğruluğunu kontrol etmek adına farklı sitelerde araştırma yapmak ve güvenilir sitelerden bilgi almak da öğretmen adaylarının dikkat ettiği konular arasında olduğu görülmüştür. Öğretmen adayları nitel analiz kısmında öğretim sürecini planlarken çoğunlukla internetten araştırma yaparak program oluşturmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bilginin doğruluğunu kontrol etmek adına farklı sitelerde araştırma yapmak ve güvenilir sitelerden bilgi almakta, öğretmen adaylarının bilinçli olduğu fakat bilginin doğruluğunu kontrol eden teyit sitelerinin bilinmediği görülmüştür. Eğitim öğretim ortamlarında dijital okuryazarlık becerilerinden olan internette karşılaşılan bilgi kaynağının güvenilirliğini ve bilgilerin doğruluğunu tespit etmek oldukça önemlidir (Hamutoğlu ve diğerleri, 2017).

Erkek öğretmen adaylarının “bilgi yönetimi” alt faktöründe kadın öğretmen adaylarından daha yüksek puanlar aldıkları tespit edilmiştir. Bu açıdan erkek öğrencilerin 3B teknolojileri tanıma, 3B yazdırma yapabilme Bitcoin ve Blockchain, yapay zekâ, kod blokları oluşturma gibi konularda daha bilgili oldukları söylenebilir. Alanyazında erkeklerin teknoloji ve dijital yeterliliklerinin daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar (Gökbulut ve diğerleri, 2021; Harputlu & Güray, 2024; Korkmaz, 2020; Lucas ve diğerleri, 2021; Rizal ve diğerleri, 2021) ve cinsiyet değişkenine göre anlamlı fark olmayan çalışmalar da bulunmaktadır (Arslan, 2019; Gökbulut, 2021; Görgülü & Küçükali, 2018; Sabuncu ve diğerleri, 2022). Bu çalışmada da yalnızca “bilgi yönetimi” alt faktöründe cinsiyete yönelik anlamlı farklılık çıkmasının nedeni, erkeklerin yeni teknolojileri daha çok merak etmesi ve teknik anlamda yeni teknolojileri kullanmaya daha çok istekli olmaları olabilir.

Pedagojik formasyon alma şekilleri açısından incelendiğinde eğitim fakültesinde öğrenim gören öğretmen adayları ile eğitim fakültesinde öğrenim görmeyen öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 yeterlilikleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bunun nedeni öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 süreçleri kapsamında teknoloji destekli dersler alması ve aynı pedagojik formasyon derslerini almaları olabilir. Eğitim 4.0 süreçlerinde teknoloji entegrasyonu önemli olsa da öğretmenlerin pedagojik ilkelere de güçlü bir temele sahip olmaları gerekir. Bu durum, verimli öğretim uygulamalarını desteklemek için teknolojik yeniliklerin etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar (Mariscal ve diğerleri, 2023).

Öğretmen adaylarının tamamı Eğitim 4.0 teknolojilerinden olan yapay zekâ ve mobil teknolojiler hakkında bilgi sahibi olduklarını ve bu teknolojileri aktif kullandıklarını vurgulamaktadır. Öğretmen adayları yapay zekâyı ödev yapmak, araştırma yapmak, resimler oluşturmak, fikir almak, bilgiye kolay ulaşmak, ders planı yapmak, ders anlatımı için faydalanmak ve soru çözümleri için kullandıklarını belirtmişlerdir. Alanyazında yapay zekâ öğrencileri motive etmek, okulu bırakma gibi risk altındaki bireyleri belirlemek, öğrencilerin rutin sorularına anında geri bildirim vererek öğretmenlerin ve idarelerin yükünü azaltmak, çevrimiçi sınavların kalitesini artırmak ve değerlendirmeleri güvenilir bir şekilde yapmak için kullanılmaktadır (Ciolacu ve diğerleri, 2020; Guerrero-Quiñonez ve diğerleri, 2023). Bu bağlamda öğretmen adaylarının çeşitli farklı amaçlarla yapay zekâ kullanımını öğrenmeleri gerekmektedir. De Souza ve Debs'in (2024) Eğitim 4.0 konulu araştırmaları inceledikleri çalışmasında; nesnelere interneti, sanal laboratuvarlar ve yapay zekâ gibi Endüstri 4.0 teknolojilerinin, oyunlaştırma ve karma öğrenme gibi aktif öğrenme yöntemleriyle birleştiği çalışmaların çokça tercih edildiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Moraes ve diğerleri (2023) Endüstri 4.0 teknolojilerinin eğitim alanında kullanımlarını ve öğrenmeye nasıl katkıda bulduklarını

belirlemek ve hangi eğitim düzeyinde kullanıldıklarını vurgulamak amacı ile yaptıkları sistematik derlemede artırılmış gerçeklik, simülasyon, nesnelerin interneti ve sanal gerçekliğin daha fazla kullanıldığını ortaya koymuşlar ve bu araştırmaların çoğunun üniversite seviyesinde yapıldığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde öğretmen adaylarının “nesnelerin interneti” kelimelerine çok hâkim olmadığı fakat giyilebilir teknolojileri bildikleri tespit edilmiştir. Giyilebilir teknolojilerin sadece adımsayar ve nabız ölçmek amacı ile kullanıldığı ve derslerde sanal gözlüklerden faydalanılarak sanal gerçeklik uygulamaları yapılabileceği öğretmen adayları tarafından belirtilmiş fakat sanal gerçeklik uygulaması yapmadıkları görülmüştür. Bulut teknolojisi ve giyilebilir teknolojilere yönelik öğretmen adaylarının birçoğunun bilgisi olduğu ve ilgili teknolojileri kullandıkları adaylar tarafından vurgulanmaktadır. Bulut teknolojileri ile hem dijital veriyi depolama, kolay erişim, paylaşma hem de yazılım kullanma imkanlarının oldukça küçük maliyetlerle karşılanabilmesi; veri güvenliği, ortak çalışma ve iş birliği, esnek ve dinamik alt yapıya sahip olması öğretmenler için ciddi avantajlar sunabilir (Akman & Koçyiğit, 2024; Babin & Halilovic, 2017; Holubnycha ve diğerleri, 2019). Öğretmen adayları mobil teknolojileri iletişim, bilgiye erişim ve sosyalleşme amacıyla kullanırken, öğrenme sürecinde online dersler, katılımı artırmak, mobil ve esneklik sağlamak için kullanmaktadırlar. 3B yazıcı hariç diğer 3B teknolojilere yönelik öğretmen adaylarının bilgisi olmadığı ve hiç kullanmadıkları tespit edilmiştir. Akıllı gözlük ve 3B yazıcılar hakkında birçok öğretmen adayının bilgisi olmasına rağmen bu araçları kullanan öğretmen adaylarının sayısı oldukça azdır. Bunun sebebi bu araçlara erişimde sıkıntı yaşamaları olabilir. Teknolojiye sınırlı erişim ve yetersiz eğitim gibi zorluklar, Eğitim 4.0 teknolojilerinin etkili entegrasyonlarını engellemektedir (Davis, 2023). 3B yazıcıların da ders sürecinde etkileşimi ve motivasyonu artırarak materyal oluşturmak için kullanılabilmesi öğretmen adayları tarafından belirtilmiştir. 3B yazıcılar ile öğrencilerin dijital ortamlarda tasarladıkları modelleri somut hâle getirmelerinin yaratıcılıklarını geliştirdiği (Karoğlu ve diğerleri, 2020), dikkati ve güdülemeyi arttırdığı, öğrenmeyi kolaylaştırdığı (Aktın ve diğerleri, 2023), derse karşı olumlu tutumu arttırdığı (Çekirge, 2019) gibi birçok araştırma bulunmaktadır. Genel olarak öğretmen adayları Eğitim 4.0 teknolojilerinin öğrenme sürecini desteklediğini belirtmiş ancak gerektiği kadar kullanılmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durum ilgili araçları temin etmenin maliyetli olması ve öğrenim gördüğü üniversitelerde bu araçların bireysel olarak öğretmen adaylarının kullanımına sunulmaması ile ilişkilendirilebilir.

Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0'a yönelik yeterliliklerini belirlemenin yanı sıra öğrenme sürecindeki bilgi ve kullanım durumlarını ortaya koymayı amaçladığımız çalışmanın sonuçlarından hareketle şu önerilerde bulunulmuştur:

- Eğitim 4.0 teknolojileri ile hayatımıza giren artırılmış gerçeklik, simülasyon, nesnelerin interneti ve sanal gerçeklik gibi kavramların öğretmen adayları tarafından tam olarak bilinmediğinden ötürü ilgili araçların öğretmen adayları tarafından deneyimlenmesi önerilebilir. Böylece meslek hayatlarında Eğitim 4.0 teknolojilerini derslerine daha kolay entegre etmeleri sağlanacaktır.
- Öğretmen adaylarının Eğitim 4.0 teknolojilerini kullanırken dijital güvenlik ve etik konularını eğitim süreçlerinde bilinçli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanmaları adına eğitim kurumlarının müfredatlarına dijital güvenlik ve etik konulu dersler eklenebilir.
- Öğretmen adaylarının sadece araştırma yapmak, ders planı oluşturmak için yapay zekâ kullanmaları yeterli olmayabilir. Öğrencileri motive etmek, iş birliği sağlamak, okula uyum sağlamakta zorlanan öğrencileri belirlemek ve o öğrencilerin okula uyumunu sağlamak, öğrencilerin sorularına anında geri bildirim vererek kendi iş yüklerini azaltacak hedeflere ulaşabilmesi adına yapay zekâ teknolojilerinin kullanılabilmesine yönelik öğretmen adayları bilgilendirilmelidir.
- Eğitim 4.0 teknolojilerinin eğitim ortamlarına entegrasyonu çok boyutlu bir süreçtir. Bu konuda üniversitelerin belli stratejiler belirleyerek öğrencilerinin Eğitim 4.0 araçlarına ulaşmaları sağlanmalı ve bu araçların kullanımını derslerde deneyimlemeleri için öğretmen adaylarına fırsat oluşturmaları gerekmektedir. Her bir öğretmen adayının bireysel olarak bu araçları elde etmesi mümkün olmadığı için, 21. yüzyılın öğretmeni olacak öğretmen adaylarının dijital yeterliliğini arttırmak amacıyla kurumların desteği ile ilgili araçların temin edilmesi önerilmektedir.

## Yazarların Beyanı

**Araştırmacıların katkı oramı beyanı:** Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

**Etik Kurul Kararı:** Araştırmanın, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan 24.01.2024 tarihinde, 2024/1 sayılı toplantısında E-95674917-108.99-231641 belge sayı numarası kararı ile etik izni alınmıştır.

**Çatışma beyanı:** Yazarlar arasında veya diğer kişi/kurum/kuruluşlarla herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**Destek ve teşekkür:** Araştırmamıza katılan tüm öğretmen adaylarına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Akman, A., & Koçyiğit, N. (2024). Meslek yüksekokulu öğrencileri endüstri 4.0 kavramsal farkındalık algısı. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 26(46), 235-254.
- Aktın, K., Coşkun, T. K., & Taze, H. K. (2023). Sosyal bilgiler öğretmeni perspektifinden 3b yazıcıların eğitimde kullanımı. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(29), 465-489. <https://doi.org/10.38155/ksbd.1171741>
- Alkayış, A. (2021). Eğitim felsefesi perspektifinden dijitalleşme ve eğitim 4.0. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (BUSBED)*, 21, 221-237. <https://doi.org/10.38155/ksbd.1171741>
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, 1-7.
- Arpilleda, Y. J., Oracion, R. V. L., Arpilleda, A. J., Chua, L. L., & Gortifacion, A. K. N. (2023). Teachers' knowledge, attitudes, beliefs, and instructional practices in education 4.0. *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies*, 3(2), 73-82. <https://doi.org/10.47760/cognizance.2023.v03i02.004>
- Arslan, S. (2019). *İlkokullarda ve ortaokullarda görev yapan öğretmenlerin dijital okuryazarlık düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Asıl, M., & Asıl, E. (2024). Eğitim 4.0 perspektifinde öğretmen becerilerinin incelenmesi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (REFAD)*, 4(1), 21-39.
- Babin, R., & Halilovic, B. (2017). Cloud computing e-communication services in the university Environment. *Information Systems Education Journal*, 15(1), 55-67.
- Bauer Martin, W. (2003). *Classical content analysis: A review*. In M. W. Bauer & G. Gaskell (Eds), *Qualitative researching with text, image and sound* (pp. 131-151). Sage Publication.
- Bayburt, B., & Eğin, F. (2021). Teknoloji ve sanayideki gelişmelerin yansımaları olarak eğitim 4.0. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 16(2), 137-154. <https://doi.org/10.54860/beyder.1010372>
- Benesova, A., Hirman, M., Steiner, F., & Tupa, J. (2019, July). Requirements for Education 4.0 and study programs within Industry 4.0. [Full text] In *Proceedings of the international conference on industrial engineering and operations management* (pp. 1678-1686), Pilsen, Czech Republic.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Palacios Rodríguez, A., & Llorente-Cejudo, C. (2020). Marcos de competencias digitales para docentes universitarios: Su evaluación a través del coeficiente competencia experta [Digital competence frameworks for university teachers: Their evaluation through the expert competence coefficient]. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado [Interuniversity Electronic Journal of Teacher Training]*, 23(3), 17-34. <https://doi.org/10.6018/reifop.414501>
- Canipek, A. S. (2022). Examination of teachers ethical use of information technologies. *Route Educational and Social Science Journal*, 74, 299-315. <https://doi.org/10.17121/ressjournal.3253>
- Chigbu, B., Ngwevu, V., & Jojo, A. (2023). The effectiveness of innovative pedagogy in the industry 4.0: Educational ecosystem perspective. *Social Sciences & Humanities Open*, 7(1), 100419. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100419>
- Ciolacu, M. I., Tehrani, A. F., Svasta, P., Tache, I., & Stoichescu, D. (2020, October). Education 4.0: an adaptive framework with artificial intelligence, raspberry Pi and wearables-innovation for creating value. In *2020 IEEE 26th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)* (pp. 298-303). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIITME50350.2020.9292148>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education* (5th Ed.). Taylor and Francis, Inc.
- Creswell, J. W. (2005). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (2nd ed.). Pearson Merrill Prentice Hall.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Sage.

- Çekirge, E. (2019). *3B yazıcı kullanımının akademik başarı, tutum, motivasyon ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Dağışan, A. (2025). Uzaktan eğitim uygulamalarına yönelik sosyal bilgiler öğretmen adaylarının deneyimleri: eğitim 4.0 bağlamında bir değerlendirme. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 38-57. <https://doi.org/10.33206/mjss.1556597>
- Davis, I. C. (2023). Extent of readiness and challenges of teachers of the fast learners in the implementation of education 4.0. *AIDE Interdisciplinary Research Journal*, 6, 137-171. <https://doi.org/10.56648/aide-irj.v6i1.96>
- De Souza, A. S. C., & Debs, L. (2024). Concepts, innovative technologies, learning approaches and trend topics in education 4.0: A scoping literature review. *Social Sciences & Humanities Open*, 9, 100902. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100902>
- Doğan, O., & Baloğlu, N. (2020). Üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeyleri. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 13(1), 126-142.
- Eğin, F., & Arkan, Y. D. (2020). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin kodlama öğretimine ilişkin görüşleri: Manisa örneği. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(2), 57-75. <https://doi.org/10.12984/eggefd.747629>
- Elçiçek, M. (2022). Çevrimiçi ortamlarda öğrenim gören üniversite öğrencilerinin bilişim etiğine yönelik imge ve algıları: Bir metafor analizi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 205-223. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1042317>
- Fedorova, E. N., Berezina, T. I., Moskalenko, M. S., Tukshumskaya, A. V., & Timokhina, Y. Y. (2021). Digital teacher for the 21st-century school 4.0. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 121, p. 02015). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112102015>
- Gelen, İ., & Demircioğlu, H. (2020). Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 Bağlamında: "Eğitim 4.0". *Academic Social Resources Journal*, 5(17), 495-512. <https://doi.org/10.31569/ASRJOURNAL.98>
- Gómez-Trigueros, I. M., & Yáñez de Aldecoa, C. (2021). The digital gender gap in teacher education: The TPACK framework for the 21st century. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(4), 1333-1349. <https://doi.org/10.3390/ejihpe11040097>
- Gómez-Trigueros, I. M. (2023). Digital skills and ethical knowledge of teachers with TPACK in higher education. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), ep406. <https://doi.org/10.30935/cedtech/12874>
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- Gökbulut, B. (2021). Öğretmenlerin dijital okuryazarlık düzeyleri ile hayat boyu öğrenme eğilimlerinin incelenmesi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 11(3), 469-479. <https://doi.org/10.5961/jhes.2021.466>
- Gökbulut, B., Keserci, G., & Akyüz, A. (2021). Eğitim fakültesinde görev yapan akademisyen ve öğretmenlerin dijital materyal tasarım yeterlikleri. *Journal of Social Sciences and Education*, 4(1), 11-24. <https://doi.org/10.53047/josse.917536>
- Göker, S. D. (2021). Eğitim 4.0 temelinde tanımlanan yeni öğretmenlik yetkinlik alanları. [Tam metin] XII. Uluslararası eğitim yönetimi forumu, Eyfor XII tam metinler (s. 61-71), Ankara,
- Görgülü, D., & Küçükali, R. (2018). Öğretmenlerin teknolojik liderlik öz yeterliklerinin incelenmesi. *Uluslararası Liderlik Çalışmaları Dergisi: Kuram ve Uygulama*, 1(1), 1-12.
- Granrath, L. (2017). *Japan's society 5.0: going beyond industry 4.0*. <https://www.japanindustrynews.com/2017/08/japans-society-5-0-going-beyond-industry-4-0>
- Guerrero-Quiñonez, A. J., Bedoya-Flores, M. C., Mosquera-Quiñonez, E. F., Ango-Ramos, E. D., & Mesías-Simisterra, Á. E. (2023). Higher Education 4.0: brief considerations. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, 3(1), 272-275. <https://doi.org/10.56183/iberoeds.v3i1.628>
- Gukalenko, O., Borisenkov, V., Kuznetsov, V., Panova, L., & Tkach, L. (2021). *Technological effectiveness of modern education: features, traditions, innovations*. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 273, p. 12074). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312074>
- Hamutoğlu, N. B., Güngören, Ö. C., Uyanık, G. K., & Erdoğan, D. G. (2017). Dijital okuryazarlık ölçeği: Türkçe'ye uyarlama çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(1), 408-429. <https://doi.org/10.12984/eggefd.295306>
- Harkins, A. M. (2008). Leapfrog principles and practices: Core components of education 3.0 and 4.0. *Futures Research Quarterly*, 24(1), 19-31.
- Harputlu, L., & Güray, B. (2024). Gender differences in digital literacy: An analysis. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15(3), 3286-3300. <https://doi.org/10.51460/baebd.1562102>
- Himmetoğlu, B., Ayduğ, D., & Bayrak, C. (2020). Education 4.0: Defining the teacher, the student, and the school manager aspects of the revolution. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21(Special Issue-IODL), 12-28. <https://doi.org/10.17718/tojde.770896>
- Holubnycha, L., Kostikova, I., Kravchenko, H., Simonok, V., & Serheieva, H. (2019). Cloud computing for university students' language learning. *Romanian Journal for Multidimensional Education/Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 11(4), p55-69. <https://doi.org/10.18662/rrem/157>

- Huk, T. (2021). From education 1.0 to education 4.0-challenges for the contemporary school. *The New Educational Review*, 66, 36-46.
- Hussin, A. A. (2018). Education 4.0 made simple: Ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92-98. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92>
- Karaman, G., Çalışır, H., & Taş, K. (2020). Öğretmen Adaylarının Eğitim 4.0'a Karşı Algı ve Tutumlarının Belirlemesine Yönelik Ölçek Geliştirme Çalışması. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(31), 4156-4185. <https://doi.org/10.26466/opus.691488>
- Karasar, N. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar İlkeler Teknikler* (30. Baskı). NOBEL Akademik Yayıncılık.
- Karoğlu, A. K., Bal, K., & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 sürecinde Türkiye'de eğitimde dijital dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 147-158. <https://doi.org/10.32329/uad.815428>
- Karpenko, A., Zazorina, H., & Karpenko, N. (2021). *Developing workforce skills for Industry 4.0*. In M. Auer & D. Centea (Eds.), *Visions and Concepts for Education 4.0. Proceedings of the 9th International Conference on Interactive Collaborative and Blended Learning (ICBL 2020)* (p. 56-64). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-67209-6\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-67209-6_7)
- Kaylan, K. (2024). *Robotik kodlama eğitiminin ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Kipper, L. M., Iepson, S., Dal Forno, A. J., Frozza, R., Furstenau, L., Agnes, J., & Cossul, D. (2021). Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. *Technology in Society*, 64, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101454>
- Kocaman Karoğlu, A., Bal-Çetinkaya, K., & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 sürecinde Türkiye'de eğitimde dijital dönüşüm. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 147-158. <https://doi.org/10.32329/uad.815428>
- Konca, F. (2020). *Eğitim 4.0: Eğitimin geleceği tartışmalarının neresindeyiz*. Pegem Yayınevi. <https://doi.org/10.14527/9786257052177>
- Korkmaz, M. (2020). *Smf öğretmenlerinin dijital okuryazarlık seviyelerinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Kumar, S. (2025). Education 4.0: Transforming learning for the fourth industrial revolution. *Higher Education for the Future*, 23476311251326140. <https://doi.org/10.1177/23476311251326140>
- Lucas, M., Bem-Haja, P., Siddiq, F., Moreira, A., & Redecker, C. (2021). The relation between in-service teachers' digital competence and personal and contextual factors: What matters most? *Computers & Education*, 160, 104052. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104052>
- Mariscal, L. L., Albarracin, M. R., Mobo, F. D., & Cutillas, A. L. (2023). Pedagogical competence towards technology-driven instruction on basic education. *Online Submission*, 4(5), 1567-1580. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.04.05.18>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.
- Mir, A., (2024). The evolution of education 4.0: a comprehensive review. *Eureka Publications*, 82-91.
- Moraes, E.B., Kipper, L.M., Hackenhaar Kellermann, A.C., Austria, L., Leivas, P., Moraes, J.A.R., & Witczak, M. (2023), Integration of Industry 4.0 technologies with education 4.0: advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 20(2), 271-287. <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2021-0201>
- Nambiar, R. (2020). *Coding as an essential skill in the twenty-first century*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7018-6\\_29](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7018-6_29)
- Portillo, J., Garay, U., Tejada, E., & Bilbao, N. (2020). Self-perception of the digital competence of educators during the COVID-19 pandemic: A cross-analysis of different educational stages. *Sustainability*, 12(23), 10128. <https://doi.org/10.3390/su122310128>
- Pozzo, M. I., & Al-Zoubi, A. (2025). University 4.0: Professors' Perceptions' on the future of higher education. evolutionary progress or revolutionary change?. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 12(1), 125-155. <https://doi.org/10.4995/muse.2025.23314>
- Ramírez-Montoya M. S., Loaiza-Aguirre M. I., Zúñiga-Ojeda A., & Portuguese-Castro M. (2021). Characterization of the teaching profile within the framework of education 4.0. *Future Internet*, 13(4), 91. <https://doi.org/10.3390/fi13040091>
- Rienties B., Ferguson R., Gonda, D. Hajdin, G. Herodotou, C. Iniesto, F. Llorens, A. Muccini, H. Sargent, J. Virkus, S. & Isidori, M. V. (2023). Education 4.0 in higher education and Computer Science: A systematic review. *Comput. Appl. Eng. Educ.*, 31, 1339-1357. <https://doi.org/10.1002/cae.22643>
- Rizal, R., Rusdiana, D., Setiawan, W., Siahaan, P., & Ridwan, I. M. (2021, March). Gender differences in digital literacy among prospective physics teachers. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1806, No. 1, p. 012004). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012004>
- Sabuncu, F. H., Çalışır, E. Ç., & Kışla, T. (2022, August). *Analysis of Technology Proficiency Self-Assessments of Teachers in Education*. In 2nd International Conference On Educational Technology And Online Learning-Icetol 2022 (pp. 275).
- Salmon, G. (2019). May the fourth be with you: Creating education 4.0. *Journal of Learning for Development*, 6(2), 95-115. <https://doi.org/10.56059/jl4d.v6i2.352>

- Santos, M. B. (2025). Education 4.0: teachers' strategies, needs, and challenges. *IOER International Multidisciplinary Research Journal*, 6(4), 189-194. <https://doi.org/10.54476/ioer-imri/891537>
- Sari, W. K., & Wilujeng, I. (2020). Education change in the industry 4.0: Candidate science teacher perspective. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1440, No. 1, p. 012090). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012090>
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74.
- Seegolam, A., Sukhoo, A., & Bhoyroo, V. (2015, November). *ICT as an enabler to achieve sustainable development goals for developing countries: A proposed assessment approach*. In eChallenges e-2015 Conference (pp. 1-11). IEEE.
- Srijamdee, K., & Pholphirul, P. (2020). Does ICT familiarity always help promote educational outcomes? Empirical evidence from PISA-Thailand. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2933-2970. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10089-z>
- Singun, A. J. (2025). Unveiling the barriers to digital transformation in higher education institutions: a systematic literature review. *Discover Education*, 4(1), 37. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00430-9>
- Sunarto, S., Tyas, E. H., & Naibaho, L. (2021, June). Effective School Management in Industrial Revolution Era 4.0. In *2nd Annual Conference on blended learning, educational technology and Innovation (ACBLETI 2020)* (pp. 212-216). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.210615.042>
- Şahin, H., & Arıkan, A. (2024). Okul öncesi eğitimde robotik uygulamaları. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(1), 260-286. <https://doi.org/10.24315/tred.1346188>
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2015) *Using multivariate statistics*. Allyn & Bacon.
- Tai, M. K., Khalip, M., & Omar, A. K. (2022). Measuring teacher competency for the era of education 4.0: A study in Malaysian secondary schools. *Asian Journal of University Education*, 18(4), 966-980. <https://doi.org/10.24191/ajue.v18i4.20006>
- Taylor, V. A., Tilhou, R., & Crompton, H. (2020). *Computational thinking and coding across content areas to develop digital skills*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-0618-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0618-5_14)
- Teo, T., Unwin, S., Scherer, R., & Gardiner, V. (2021). Initial teacher training for twenty-first century skills in the Fourth Industrial Revolution (IR 4.0): A scoping review. *Computers & Education*, 170, 104223. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104223>
- Thite, S., Ravishankar, J., Ambikairajah, E., & Ortiz, F.M. (2021). *Work in progress: Embedding graduate skills in online courses*. In M. Auer & D. Centea (Eds.), *Visions and Concepts for Education 4.0. Proceedings of the 9th International Conference on Interactive Collaborative and Blended Learning (ICBL 2020)* (p. 56-64). Springer. [http://doi.org/10.1007/978-3-030-67209-6\\_11](http://doi.org/10.1007/978-3-030-67209-6_11)
- Tikhonova, E., & Raitskaya, L. (2023). Education 4.0: The concept, skills, and research. *Journal of Language and Education*, 9(33), 5-11. <https://doi.org/10.17323/jle.2023.17001>
- Turan-Günteppe, E., & Abdüsselam, MS (2022). Eğitim 4.0 yeterlilik belirleme için geçerli ve güvenilir bir ölçek (e4cd). *Eğitimde Bilişim*, 21(4), 675-694. <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.28>
- Wakchaure, V., Londhe, B., & Shinde, A. (2025). Leveraging higher education 4.0 to enhance readiness for meeting the challenges of Industry 4.0. In *International Conference on Entrepreneurship and Innovation 3rd and 4th April* (p. 17-28).
- Wei, T. W., & Nasri, N. M. (2022). Systematic Literature Review: Characteristics of Teachers in Aspects of the Industrial Revolution 4.0. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(3), 928-943. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v11-i3/14248>
- Williams, A. R., Windle, R., & Wharrad, H. (2020). How will Education 4.0 influence learning in higher education?. *Journal of Learning Development in Higher Education*, (17), 1-18. <https://doi.org/10.47408/jldhe.vi17.572>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, H., & Tunçel, M. (2024). *Türkiye'deki fen bilgisi öğretmenliği lisans programı öğretim planının Eğitim 4.0 bağlamında incelenmesi*. [Tam metin] XI Beynəlxalq Türk Dünyası Araştırmaları Sempozyumu, Bakü, (s. 1001-1012).
- Yurdakul, I. K., Odabasi, H. F., Kilicer, K, Coklar, A. N., Birinci, G., & Kurt, A. A. (2012). The development, validity and reliability of TPCK-deep: A technological pedagogical content knowledge scale. *Computers & Education*, 58(3), 964-977. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.012>
- Zengin, T. (2018). *Endüstri 4.0'dan Eğitim 4.0'a Değişen Eğitim-Öğretim Paradigmaları*. International Congress on Social Sciences II (INCSOS 2018 Quds) (Volume 13/15, Spring 2018, p.147-171). Ankara, Turkey. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.13480>
- Zengin, T. (2022). Eğitim 4.0: eğitimin geleceği tartışmalarının neresindeyiz? *Türkiye Eğitim Dergisi*, 7(1), 330-334.

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

The acquisition of Education 4.0 competencies by educators will be crucial in cultivating qualified individuals in the future. Qualified personnel can be developed by paying attention to the present circumstances of potential teachers and implementing adjustments to rectify their existing deficiencies. This study aimed to assess the competencies of prospective teachers regarding Education 4.0 and examine their knowledge and application in the learning process. The Education 4.0 competency levels of prospective teachers, Education 4.0 competencies according to sex and formation variables, prospective teachers' use of Education 4.0 in the learning process, and their knowledge and suggestions for the use of Education 4.0 technologies were determined.

### Methods

This study employed a convergent parallel design, a mixed research method that involved the simultaneous collection of quantitative and qualitative data. The relational survey model was used in the quantitative phase of the study. Prospective teachers' views on using Education 4.0, their knowledge of Education 4.0 technologies, and their suggestions for use were included in the qualitative dimension of the study. The study group comprised students studying at two state universities in the Eastern Black Sea Region of Turkey during the spring semester of the 2023–2024 academic year. The quantitative phase of the study comprised 270 prospective teachers (191 female and 79 male), of whom 137 studied at the Faculty of Education and 133 studied at different faculties and attended teaching training courses. Further, 17 prospective teachers who participated in the quantitative phase of the study and were voluntarily selected participated in the qualitative phase of the study. The prospective teachers were selected using the convenience sampling method. The data were collected using the Education 4.0 competency determination scale and interview form prepared for prospective teachers. Mean  $\pm$  standard deviation calculations were used to calculate the scale scores. An independent-samples t test was used to determine whether a significant relationship existed between the data on sex and the mode of receiving formation. The interview data were analyzed using the content analysis method and interpreted within the themes and codes identified.

### Results

The examination of the Education 4.0 competencies of prospective teachers revealed that their average proficiency levels were moderate. The average scores for the factors “mastery of digital technologies” and “active participation in the process” were higher, but the average score for the “knowledge management” factor was lower. Also, a significant difference was observed between male and female students in terms of the sub-factor of knowledge management, with male students demonstrating higher average scores. No statistically significant differences were observed between students enrolled in the Faculty of Education and those not enrolled in terms of the method of receiving instruction. The items with the lowest average scores on the scale were “I can write my own programme using code blocks,” “I can choose which software to use for three-dimensional (3D) printing,” “I can explain what Bitcoin and Blockchain technologies are,” and “I can explain what robotic coding is.” In contrast, the items with the highest average scores were “I can shape my personal education in line with my personal needs,” “I can determine from whom I should get help when I have difficulties in the learning process,” “I can explain what artificial intelligence is,” “I pay attention to ethical principles when using information and communication technologies,” and “I can choose the right one from the information in digital resources.” Besides using Education 4.0 technologies to create programs in the learning process, the prospective teachers indicated that they regularly employed artificial intelligence and mobile technologies. In the event of encountering a problem in the learning process, they needed to consult an expert/teacher and conduct research. In terms of security and accuracy, they predominantly preferred to use reliable sources/links, conduct research across multiple sites, and exercise caution regarding plagiarism. Furthermore, many of the prospective teachers demonstrated openness to interdisciplinary approaches.

## Conclusions

This study demonstrated that most of the prospective teachers with Education 4.0 literacy did not receive any coding training. Also, the coding blocks were known and used by a limited number of prospective teachers. Coding education and digital literacy education are issues that should be addressed, planned, designed, and implemented over a prolonged duration starting from pre-school to higher education (Konca, 2020; Nambiar, 2020; Taylor et al., 2020). Moreover, prospective teachers should be aware of emerging technologies such as 3D technology, 3D printing, and artificial intelligence, and understand how to effectively use these technologies in their teaching. The data obtained in the study indicated that the prospective teachers could identify technological tools but could not use them appropriately. This might be due to the lack of easy access to tools and practice environments. Therefore, it is presumed that if access to technologies such as 3D printers and smart glasses is provided in technology-enhanced courses and applications, the prospective teachers will be able to integrate Education 4.0 processes into their teaching more easily. The integration of Education 4.0 technologies into educational environments constitutes a multidimensional process. Hence, universities should implement certain strategies, provide their students with access to Education 4.0 tools, and create opportunities for prospective teachers to experience the use of these tools in their courses. Additionally, courses on digital security and ethics can be included in the curricula of educational institutions, enabling prospective teachers to incorporate digital security and ethics in their educational processes consciously and sustainably while using Education 4.0 technologies.