

Eğitimde Üretken Yapay Zeka Uygulamaları ile Sınıf Ortamlarında Dijital Dönüşüm

Ezgi Pelin Yıldız¹

Özet

Bu kitap bölümünde, eğitim ortamlarında kaçınılmaz bir hal alan ve dijital dönüşüm süreçlerinin temellerinden biri olan Üretken Yapay Zeka (ÜYZ) teknolojilerinin modern sınıf ortamlarına entegrasi ve etkileri tartışılacaktır. Üretken yapay zeka, metin, görsel, ses, video gibi çoklu ortam öğelerini ve içeriklerini otomatik olarak yapılandırabilen yapay zeka sistemlerinin tümünü kapsamaktadır. Bu bağlamda ÜYZ, klasik yapay zekadan farklı olarak salt veriyi analiz etmekle kalmaz; aynı zamanda yaratıcı süreçler kapsamında örüntüler öğrenip yeni veriler üretir. Bu teknolojiler günümüzde daha çok dil modelleri ve görüntü oluşturma, müzik-video üretimi gibi alanlarda varlığını göstermektedir. Eğitim paydaşları açısından değerlendirildiğinde; ÜYZ öğretim materyalleri geliştirme, öz değerlendirme ve geri bildirim sağlama gibi üst düzey beceriler doğrultusunda öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmektedir. Bunun yanı sıra öğrenci seviyesine, hızına ve ilgi alanlarına göre ders materyalleri ve içerikler oluşturma, detaylı geri bildirimlerle öğrencilerin hatalarını hızlıca fark ettirme ve düzeltmelerini mümkün kılma, yaratıcı içerik üretme araçları ile öğrencilerin yaratıcılık becerilerini artırma ve üretkenliklerini destekleme gibi birçok kazanımları da beraberinde getirmektedir. Özetle, üretken yapay zeka öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkili, kişisel ve yaratıcı hale getirerek başarılarını arttırmaktadır. Öğretmenler açısından değerlendirildiğinde ise; öğretmenler, üretken yapay zekadan aldığı destekle sınıf ortamlarında yeni materyaller ve etkinlikler geliştirebilir, böylece yaratıcılıklarını geliştirebilirler. Ayrıca, öğrenci performansını analiz eden üretken yapay zeka araçları sayesinde zayıf noktaları hızlıca tespit edip, hedefli müdahalelerde bulunabilirler. Mesleki gelişim açısından da üretken yapay zeka, öğretmenlerin eğitim teknolojileri ve pedagojik yeniliklerden haberdar olmalarını kolaylaştırır. Sonuç olarak,

1 Kafkas Üniversitesi Kazım Karabekir Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, KARS ORCID ID: 0000-0002-9987-9857
E-mail: yildizezgi@kafkas.edu.tr

üretken yapay zeka, sınıf ortamlarına entegre edilerek öğretim süreçlerini kişiselleştirir ve daha etkili hale getirir. Öğrencilerin ihtiyaçlarına göre uyarlanmış içerikler sunar, öğretmenlerin iş yükünü azaltır ve öğrenme deneyimini zenginleştirir. Böylece dijital dönüşüm, sınıflarda hem verimliliği artırır hem de pedagojik yeniliklere kapı aralar.

Üretken Yapay Zekanın Eğitimde Yükselişi: Kavramsal Çerçeve ve Tarihsel Gelişim:

Son yıllarda yapay zeka (YZ) teknolojilerindeki hızlı ilerlemeler, eğitim alanında köklü dönüşümlere yol açmıştır. Bu dönüşümün merkezinde ise üretken yapay zeka (ÜYZ) yer almaktadır. Üretken YZ; metin, görsel, ses, video ve hatta yazılım gibi içerikleri insan benzeri biçimde oluşturabilen derin öğrenme modellerini ifade eder (OpenAI, 2022). Eğitim bağlamında ÜYZ'nin yükselişi, 2022 yılında OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT ile ivme kazanmıştır. Takip eden süreçte Google, Meta ve Microsoft gibi teknoloji devleri tarafından geliştirilen araçlar, eğitimdeki kullanım alanlarını genişletmiştir (Çiftçi ve ark., 2023). Öğrenme materyallerinin dinamik üretimi, öğrenciye özel içerik sunumu ve öğretmenlerin rutin iş yükünü azaltma gibi avantajlarıyla ÜYZ, pedagojik uygulamalarda yenilikçi bir dönemi başlatmıştır (Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2024). Bu teknolojik kırılma, aynı zamanda öğretmen ve öğrenci rollerini yeniden tanımlamakta; öğrenme süreçlerini daha etkileşimli, kişiselleştirilmiş ve veri temelli hale getirmektedir. Eğitimde üretken yapay zekanın tarihsel gelişimi, sadece teknolojik bir ilerleme değil, aynı zamanda pedagojik bir paradigma değişimi olarak değerlendirilmektedir (Kaplan ve ark., 2020).

Yapay zeka, 1950'lerden bu yana hızla gelişen bir bilim dalı olarak, özellikle son on yılda eğitim alanında önemli bir dönüşüm kaydetmiştir. Geleneksel yapay zeka uygulamaları, daha çok belirli kurallara dayanan ve sınırlı görevleri yerine getiren sistemler olarak görülürken; üretken yapay zeka (ÜYZ) ise insan benzeri içerik üretebilme yeteneğiyle farklılaşmaktadır. Üretken YZ, derin öğrenme ve büyük veri kümeleri sayesinde, metin, görüntü, ses ve video gibi çeşitli içerikleri otomatik olarak oluşturabilmektedir (Goodfellow ve ark., 2014). Eğitim alanında bu teknolojinin yükselişi, öğrenme materyallerinin bireyselleştirilmesi, öğretim süreçlerinin hızlandırılması ve öğretmenlerin üzerindeki yükün azaltılması gibi önemli katkılar sağlamaktadır. 2022 yılında OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT'nin tanıtımı, üretken yapay zekanın eğitimdeki potansiyelini gözler önüne sermiştir (OpenAI, 2022). Bu model, doğal dil işleme alanındaki gelişmelerle öğrencilerin sorularına anında ve kapsamlı yanıtlar verebilmekte, kişiye özel öğrenme yolları sunabilmektedir. Aynı zamanda Google'ın Bard, Microsoft'un Copilot

gibi büyük teknoloji şirketlerinin ÜYZ tabanlı çözümleri, eğitimde dijital dönüşümün hızlanmasına öncülük etmiştir. Türkiye’de de Milli Eğitim Bakanlığı ve üniversiteler, üretken yapay zekanın eğitimde kullanımı üzerine projeler geliştirerek bu dönüşüme adapte olmaya başlamıştır (Çiftçi ve ark., 2023).

Üretken YZ’nin eğitimde kullanımının pedagojik etkileri de giderek daha çok incelenmektedir. Bu teknoloji, öğrenme ortamlarında öğretmenlerin rolünü yeniden tanımlayarak, onların daha çok rehberlik ve mentorluk yapmalarına olanak sağlamaktadır (YÖK, 2024). Ayrıca, öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımlarını destekleyerek, farklı öğrenme stillerine ve hızlarına uygun içeriklerin üretilmesini mümkün kılmaktadır. Sonuç olarak, üretken yapay zekânın eğitimdeki yükselişi, sadece teknolojik bir yenilik değil; aynı zamanda eğitimde kaliteyi, erişilebilirliği ve etkileşimi artıran pedagojik bir dönüşümü temsil etmektedir. Bu dönüşüm, önümüzdeki yıllarda eğitim sistemlerinin yapısını ve işleyişini kökten değiştirme potansiyeline sahiptir.

Üretken Yapay Zeka Tabanlı Uygulamalarla Eğitimde Yenilikçi Pedagojiler:

Günümüz eğitim-öğretim ortamları, teknolojide yaşanan baş döndürücü gelişimlerle birlikte köklü bir dijital dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu bağlamda üretken yapay zekâ tabanlı uygulamalar, içinde bulunduğumuz çağın pedagojik yaklaşımlarını yeniden yapılandırarak bireyselleştirilmiş, etkileşimli ve verimli öğrenme deneyimlerine yeni kapılar aralamaktadır. Bu uygulamalar aynı zamanda öğretmenleri de pozitif yönde etkilemekte; özellikle öğrenci ihtiyaçlarına daha hızlı geri dönüşler verebilme, etkin çözüm önerileri geliştirebilme ve öğrenme materyallerini dinamik bir biçimde kullanabilme gibi sürece yönelik birçok kazanımı da beraberinde getirmektedir.

Üretken yapay zekâ destekli eğitim araçları, sadece bir içerik ya da ders materyali üretmekle kalmayıp aynı zamanda öğrencilerin kendi hızlarında ve kendi öğrenme stillerindeki pedagojik stratejilere uygun inovatif çözümleri de mümkün kılmaktadır. Bu sayede eğitimler, geleneksel sınıf ortamlarının aksine daha esnek, yaratıcı, erişilebilir, dinamik ve etkin öğrenme-öğretme yaklaşımlarını kullanmaya hazır hale gelmektedirler. Sonuç olarak, yapay zekâ tabanlı uygulamalar, eğitimde yenilikçi pedagojinin temel taşlarından biri olarak dijital dönüşümü hızlandırmakta ve geleceğin eğitim ortamlarını şekillendirmektedir.

Son yıllarda, üretken yapay zeka tabanlı eğitim uygulamaları dünya genelinde büyük yankı uyandırmakta ve pedagojik yaklaşımların yeniden

şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Örneğin, Stanford Üniversitesi'nin yapay zeka destekli öğrenme sistemleri üzerine yaptığı çalışmalar, bireyselleştirilmiş öğrenme süreçlerinin öğrenci başarısını artırdığını ortaya koymuştur (Breslow ve ark.,2013). Benzer şekilde, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) tarafından geliştirilen yapay zeka destekli eğitim platformları, gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak öğretmenlerin ve öğrencilerin ihtiyaçlarına daha hızlı ve etkin yanıt vermesine olanak tanımaktadır (Piech ve ark., 2015). Avrupa'daki araştırmalar da yapay zeka uygulamalarının sınıf içi etkileşimi artırdığı ve pedagojik stratejilerin inovatif biçimlerde uygulanmasını desteklediğini göstermektedir (Luckin ve ark., 2016). İlgili uluslararası çalışmalar, üretken yapay zekanın eğitimde yenilikçi pedagojiyi desteklemede kritik bir araç olduğunu doğrulamaktadır.



Şekil 1. Üretken Yapay Zeka

Eğitimde yenilikçi pedagojiler, geleneksel öğretim yöntemlerinin ötesine geçerek öğrenciyi merkeze alan, eleştirel düşünme, işbirliği, problem çözme ve dijital becerileri geliştirmeyi amaçlayan pedagojilerdir. Özellikle üretken yapay zekâ gibi yeni teknolojilerle birleştiğinde bu yaklaşımlar daha da etkili hale gelmektedir. Türkiye’de eğitim alanında üretken yapay zekâ uygulamaları, öğretim süreçlerinin kişiselleştirilmesi, öğrenci başarısının artırılması ve eğitim materyallerinin dinamik olarak geliştirilmesi gibi konularda yoğunlaşmaktadır. Özellikle uzaktan eğitim ve dijital öğrenme platformlarında yapay zekâ destekli sistemler, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına göre içerik sunmakta ve öğretmenlere gerçek zamanlı geri bildirim imkanı sağlamaktadır (Kara & Demir, 2022). Ayrıca çeşitli üniversitelerde yapılan çalışmalar, üretken yapay zekânın öğrenci motivasyonunu artırmada ve öğrenme deneyimini zenginleştirmede

önemli katkılar sağladığını desteklemektedir (Yılmaz & Aksoy, 2023). Bu gelişmeler, Türkiye’de eğitimde dijital dönüşümü hızlandırmakta ve pedagojik yaklaşımların modernize edilmesine olanak tanımaktadır.

Sınıf Ortamlarında Üretken YZ: Öğretmen ve Öğrenci Rollerini:

Sınıf ortamlarında Üretken Yapay Zeka (ÜYZ) kullanımı, öğretmen ve öğrenci rollerini yeniden tanımlamakta ve dönüştürmektedir. Günümüz dijital dönüşüm ortamlarında geleneksel öğretmen merkezli modeller yerini, rehberlik eden, öğrenme süreçlerini kolaylaştıran ve dijital içerik tasarlayan öğretmen profillerine bırakmıştır (Luckin ve ark.,2016). ÜYZ destekli araçlar sayesinde öğretmenler, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre farklılaştırılmış içerikler oluşturabilmekte ve anlık geri bildirimlerle öğrenme süreçlerini daha etkili bir şekilde yönetebilmektedir (Holmes ve ark., 2019). Öğrenciler ise pasif bilgi alıcısı konumundan çıkarak, içerik üretimine katılan, problem çözen ve kendi öğrenme sürecinde aktif sorumluluk üstlenen bireyler haline gelmektedir (Selwyn, 2021). Bu değişim, öğrenme ortamlarını daha etkileşimli, kişiselleştirilmiş ve yaratıcı hale getirerek çağdaş pedagojik yaklaşımları desteklemektedir.

Nyaaba ve ark., (2024), yükseköğretimde ÜYZ’nin entegrasyonuna ilişkin öğretmen ve öğrenci bakış açılarını karşılaştıran bir araştırma ortaya koymuşlardır. Öğrenciler, ÜYZ’yi öğrenme süreçlerini özelleştirme ve özerklik sağlama aracı olarak görürken, öğretmenler insan becerilerinin gelişimi ve öğretimin kalitesi üzerindeki potansiyel etkiler konusunda endişelerini dile getirmişlerdir. Sonuç olarak, her iki grup da ÜYZ’nin sorumlu ve etkili kullanımı için yapay zeka odaklı eğitimlerin müfredata entegre edilmesi gerekliliği üzerinde durmuşlardır.

Zhai (2024), araştırmasında ÜYZ’nin öğretmenlerin rollerini nasıl dönüştürdüğünü incelemiştir. Öğretmenler çalışmada, ÜYZ teknolojilerini benimseme düzeylerine göre “gözlemci”, “benimseyici”, “işbirlikçi” ve “yenilikçi” olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma, öğretmenlerin ÜYZ’yi etkili bir şekilde sınıf ortamlarına entegre edebilmeleri için sürekli mesleki gelişim ve kurumsal desteğe ihtiyaç duyduklarını ortaya çıkarmıştır.

Krause, Dalvi ve Zaidi (2025), çalışmalarında üretken yapay zeka (ÜYZ) araçlarının eğitimdeki etkilerini inceleyerek, öğrencilerin etkili bir şekilde ÜYZ ile etkileşim kurabilmeleri için gereken temel becerileri ve öğretim üyelerinin ÜYZ’yi öğretim uygulamalarına entegre etme stratejilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, Güney Asya ve Avrupa’dan 130 öğrencinin katıldığı bir anket ve literatür taramasıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin ÜYZ ile etkileşimde bulunabilmeleri için yapay

zeka okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve etik yapay zeka uygulamaları gibi becerilerin önemli olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, öğretim üyeleri için ÜYZ entegrasyonu ve müfredat tasarımı gibi stratejik alanların gerekliliği çalışmada vurgulanmıştır.

Sontay, Kazancı ve Karamustafaoğlu (2024), sınıf öğretmenlerinin yapay zeka uygulamalarına dair görüşlerini incelemiştir. Bu bağlamda öğretmenler, ÜYZ'yi öğretim süreçlerini kolaylaştıran ve bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatları sunan bir araç olarak değerlendirdiklerini belirtmiştir.

Yılmaz (2025) tarafından yürütülen uluslararası bir projede, öğrencilerin ÜYZ araçlarıyla hikaye oluşturma ve kültürel farkındalık geliştirme faaliyetlerine katıldıkları görülmüştür. Ayrıca, Türkiye Maarif Vakfı, lise seviyesindeki okullarda yapay zekâ müfredatını hayata geçirerek, öğrencilerin dijital okuryazarlık ve yapay zeka kullanım becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Türkiye Maarif Vakfı, 2024).

Sınıf ortamlarında üretken yapay zeka (ÜYZ) teknolojilerinin kullanımı, geleneksel eğitim yaklaşımlarını dönüştürerek öğretmen ve öğrenci rollerine yeni boyutlar kazandırmaktadır. Uluslararası literatürde, öğretmenlerin ÜYZ ile etkileşimlerinin pedagojik rollerini yeniden tanımladığı; öğrencilerin ise öğrenme süreçlerinde daha aktif, üretken ve özerk bireyler hâline geldikleri ortaya konmuştur. Bu dönüşüm yalnızca teknik bir değişimi değil, aynı zamanda pedagojik bir paradigma kaymasını da beraberinde getirmektedir. Türkiye'de yapılan güncel çalışmalar da benzer biçimde, öğretmenlerin ÜYZ'yi içerik üretimi, ölçme-değerlendirme ve bireyselleştirilmiş öğretim bağlamında değerlendirdiklerini; öğrencilerin ise bu teknolojilerle yaratıcı üretim süreçlerine katılım gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, hem öğretmen eğitimi hem de müfredat geliştirme süreçlerinde ÜYZ odaklı stratejilerin benimsenmesi gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, üretken yapay zekanın eğitimdeki rolü yalnızca bir araçsal değişiklik değil; öğretmenlerin rehberliğini, öğrencilerin aktifliğini ve öğrenme ortamlarının doğasını dönüştüren bütüncül bir yenilik olarak değerlendirilmelidir.



Şekil 2. Sınıf Ortamlarında Üretken Yapay Zeka

Sınıf ortamında kullanılabilecek üretken yapay zeka (ÜYZ) araçları oldukça çeşitlidir ve farklı eğitim amaçlarına hizmet eder. Bu araçları 7 başlık altında toplamak mümkündür.

1. Metin Üreten Araçlar:

- **ChatGPT (OpenAI):** Ders planları, konu anlatımları, soru-cevap etkinlikleri, yaratıcı yazma konuları ve öğrenci geribildirimini hazırlamak için kullanılabilir. Öğrenciler için de yazma asistanı, fikir geliştirici veya açıklayıcı bir kaynak işlevi görebilir.



- **Google Gemini / Claude:** Alternatif yapay zeka sohbet botlarıdır, özellikle farklı kaynaklardan gelen bilgi özetleme ve karşılaştırma için yararlıdır.



2. Görsel İçerik Üreten Araçlar:

- **DALLE (OpenAI), Bing Image Creator, Canva AI, Adobe Firefly:** Ders içeriklerini zenginleştirmek amacıyla özgün görseller, posterler, infografikler veya sunum görselleri oluşturulabilir.



- **Crayon / Artbreeder:** Özellikle ilkokul veya ortaokul düzeyinde hikâye anlatımı veya sanat projeleri için görsel üretmekte faydalıdır.



3. Yazma ve Dil Destek Araçları:

- **Grammarly/Quillbot/Smodin:** Yazım denetimi, metin sadeleştirme, özetleme veya yeniden yazma gibi işlemler için kullanılabilir. Özellikle öğrenci ödevlerinde geri bildirim sürecini destekler.



- **Hemingway Editor:** Öğrencilerin yazılarını sadeleştirmelerine ve okunabilirliğini artırmalarına yardımcı olur.



4. Test ve Alıştırma Hazırlayıcılar:

- **QuestionWell / MagicSchool.ai / Conker:** Girilen konuya göre çoktan seçmeli, doğru-yanlış veya açık uçlu sorular üretebilir. Quiz oluşturma sürecinde öğretmene yardımcı olur.

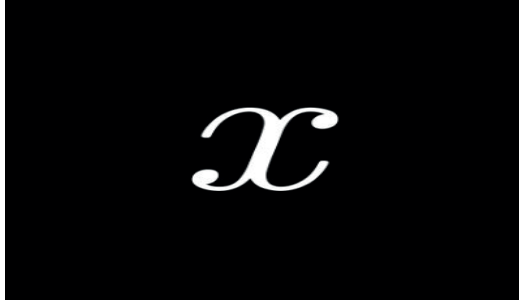


- **Khanmigo (Khan Academy'nin AI Asistanı):** Öğrencilerle etkileşimli şekilde çalışarak ders anlatımı yapar, alıştırmalar sunar.



5. Kaynak Özetleme ve Not Çıkarma:

- **Explainpaper / ScholarAI / Humata:** Akademik makaleler, ders kitapları ya da uzun metinleri özetlemek, ana fikirleri çıkarmak ya da anlaşılması kolay hale getirmek için kullanılır.

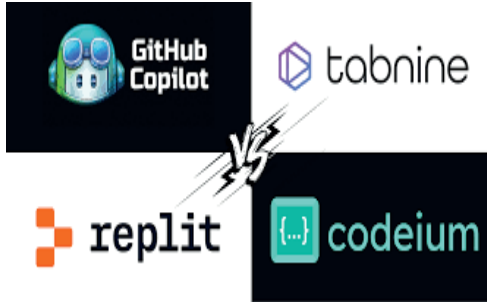


- **TL;DR This / Glasp:** Web sayfaları veya uzun yazıları kısa, öz ve anlaşılır hale getirir.



6. STEM ve Kodlama Araçları:

- **Code.org / Replit AI / GitHub Copilot:** Bilgisayar bilimi ve yazılım temelli derslerde öğrencilere kod yazma sürecinde yardımcı olur.



- **Wolfram Alpha / MathGPT:** Matematik ve fen bilimleriyle ilgili hesaplamaları yapar, çözümleri adım adım açıklar.

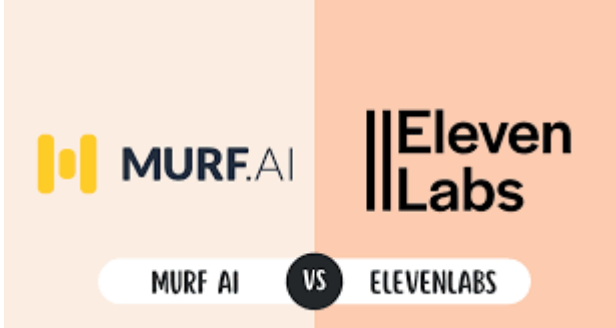


7. Sesli ve Video Üretim Araçları:

- **Synthesia / Pictory / Animoto:** Yapay zeka destekli videolar üretilebilir. Öğrenciler projelerinde sunumlar veya video anlatımlar hazırlayabilir.



- **ElevenLabs / Murf AI:** Metni doğal sesli konuşmaya dönüştürür, örneğin görme engelli öğrenciler için metinleri sesli hale getirmede kullanılabilir.



Sonuç olarak, üretken yapay zeka araçları son zamanlarda, eğitimde hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin işini kolaylaştıran güçlü araçlar haline gelmiştir. Metin üretiminden görsel ve video içeriklerinin oluşturulmasına, yazma ve dil destek araçlarından sınav ve alıştırmaya hazırlama platformlarına kadar geniş bir yelpazede sunulan bu teknolojiler, derslerin daha etkili, etkileşimli ve kişiselleştirilmiş hale gelmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda

karmaşık akademik içeriklerin özetlenmesi ve STEM alanlarında kodlama ile hesaplama süreçlerinin desteklenmesi, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve başarılarını arttırmaktadır. Öğretmenler, bu araçlarla zamandan tasarruf ederken, öğrenciler ise öğrenme süreçlerinde daha aktif rol alıp; yaratıcı düşünme, problem çözüme ve eleştirel analiz becerilerini geliştirmektedir. Böylece, yapay zeka destekli eğitim, sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda derinlemesine öğrenme ve beceri geliştirmeyi de mümkün kılarak eğitim sisteminin kalitesini yükseltmektedir.

Üretken Yapay Zeka ile Eğitim İçeriklerinin Oluşturulması:

Üretken yapay zeka (ÜYZ), eğitim içeriklerinin hazırlanmasında devrim niteliğinde fırsatlar sunmaktadır. Özellikle doğal dil işleme ve metin üretme alanlarındaki gelişmeler, öğretmenlerin ve eğitim tasarımcılarının kişiselleştirilmiş, zengin ve dinamik eğitim materyalleri oluşturmasını mümkün kılmaktadır (Smith ve ark., 2023). Bu teknoloji sayesinde, öğrenci ihtiyaçlarına göre uyarlanmış ders planları, testler ve açıklayıcı metinler hızlı bir şekilde üretilebilmekte, böylece hem zaman tasarrufu sağlanmakta hem de öğrenme deneyimi çeşitlendirilmektedir (Kara, 2022). ÜYZ'nin sunduğu otomatik içerik oluşturma özellikleri, farklı seviyelerdeki öğrencilere uygun materyallerin hazırlanmasını kolaylaştırmakta ve eğitimin erişilebilirliğini de artırmaktadır (Lee, 2021). Bununla birlikte, ÜYZ'nin sunduğu analiz yetenekleri sayesinde, öğrencilerin eksik olduğu konular belirlenerek bu alanlara yönelik özel içerikler otomatik olarak hazırlanabilmektedir (Chen ve Wang, 2024). Bu özellikler, eğitimde fırsat eşitliği ve erişilebilirlik açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Üretken yapay zeka özel eğitim disiplin alanında da kendini göstermektedir. Özel eğitim alanında üretken yapay zekâ, bireyselleştirilmiş öğrenme materyalleri oluşturma konusunda çığır açıcı fırsatlar sunmaktadır. Öğrencilerin bilişsel, duyuşsal veya fiziksel farklılıklarına göre uyarlanmış içerikler üretmek, geleneksel yöntemlerle oldukça zaman alıcı olabilirken; ÜYZ araçları bu süreci hem hızlandırmakta hem de esnek hale getirmektedir (Zhou ve ark., 2022). Örneğin, okuma güçlüğü çeken bir öğrenci için sadeleştirilmiş metinler, işitsel destek materyalleri ya da görsel anlatımlar, üretken yapay zeka ile kısa sürede üretilebilmektedir (Brown & Kim, 2021). Aynı şekilde, otizm spektrumundaki öğrenciler için sosyal öyküler, rol yapma senaryoları ve görsel destekli yönergeler otomatik olarak tasarlanabilmekte, böylece öğrencinin bireysel ihtiyaçlarına uygun öğrenme deneyimleri sağlanmaktadır (Lee & Park, 2023). Bunun yanı sıra, yapay zeka destekli içerikler öğrencinin öğrenme hızına, tepki verme süresine ve ilgi alanlarına

göre dinamik biçimde uyarlanabilir, bu da özel eğitimde esneklik ve etkililiği artırır (Kumar & Sharma, 2020).

Education Week tarafından yayımlanan bir rapor, öğretmenlerin ve velilerin ÜYZ'nin özel eğitimdeki potansiyelini nasıl değerlendirdiğini ortaya koymaktadır. Velilerin büyük çoğunluğu ÜYZ'nin eğitimi daha kapsayıcı hale getireceğine inanırken, öğretmenler de benzer şekilde olumlu görüşler bildirmiştir. Ancak, öğretmenler arasında yeni teknolojilere uyum sağlama konusunda bazı endişeler de bulunmaktadır. Applify tarafından hazırlanan bir rapor, K-12 eğitiminde ÜYZ'nin nasıl entegre edilebileceğini ve bu teknolojinin öğretmen verimliliğini artırma, öğrenci katılımını yükseltme ve kapsayıcı öğrenme ortamları oluşturma potansiyelini ele almaktadır. Raporda, ÜYZ'nin kültürel kapsayıcılığı teşvik etme ve etik ile düzenleyici standartlara uyum sağlama konularında da önemli bir rol oynayabileceği vurgulanmaktadır. Bu çalışmalar, ÜYZ'nin özel eğitimdeki potansiyelini ve karşılaşılan zorlukları anlamak için önemli kaynaklar sunmaktadır.

Fen bilimleri öğretiminde üretken yapay zeka (ÜYZ), karmaşık kavramların öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır. Özellikle kavramsal açıklamaların sadeleştirilmesi, deney simülasyonlarının oluşturulması, soru-cevap etkinliklerinin otomatikleştirilmesi ve görselleştirilmiş içeriklerin hazırlanması gibi alanlarda ÜYZ'nin sunduğu olanaklar dikkat çekicidir (Holmes ve ark., 2023). Örneğin, ChatGPT gibi dil modelleri, Newton'un hareket yasaları veya hücresel solunum gibi soyut konuları yaş düzeyine ve öğrenme seviyesine göre uyarlayarak öğrenciler için daha anlaşılır hale getirebilmektedir (Zhai, 2022). Ayrıca, ÜYZ destekli araçlar kullanılarak laboratuvar ortamı gerektiren deneyler, sanal simülasyonlarla gerçekleştirilebilmekte; bu da okulların donanım eksikliği sorununu büyük ölçüde azaltmaktadır (Lee & Xu, 2021). Öğretmenler, ÜYZ ile ders planları hazırlayabildiği gibi, öğrenci performansına göre uyarlanmış çalışma kağıtları ve sınav soruları da oluşturabilmektedir (Sands ve ark., 2024).

Matematik öğretiminde üretken yapay zeka (ÜYZ), hem öğretmenlere hem de öğrencilere yönelik kişiselleştirilmiş ve etkileşimli öğrenme ortamları sunarak öğretim süreçlerini dönüştürmektedir. ÜYZ destekli araçlar, öğrencilerin çözüm yollarını analiz ederek hatalarını belirleyebilmekte ve anında geribildirim sağlayabilmektedir; bu da öğrenmenin pekişmesine önemli katkılar sunmaktadır (Zhou ve ark., 2023). Özellikle problem çözme becerilerinin gelişimine odaklanan yapay zeka uygulamaları, öğrencinin düşünme sürecine göre adım adım ipuçları sağlayarak yapılandırılmış destek sunabilmektedir (Holmes ve ark., 2022). Öğretmenler ise ÜYZ kullanarak

otomatikleştirilmiş çalışma kağıtları, konu anlatımları ve düzey uyumlu sınav soruları hazırlayabilmekte, böylece zamandan tasarruf ederken farklı başarı düzeylerine hitap eden materyaller oluşturabilmektedir (Wang & Liu, 2021). Ayrıca, görsel üretim yeteneklerine sahip ÜYZ modelleri, soyut matematiksel kavramları grafiklerle veya etkileşimli görsellerle destekleyerek öğrencinin kavramsal anlamasını kolaylaştırmaktadır (Sands ve ark., 2024).

Teknoloji ve bilişim derslerinde yapay zeka (YZ), hem öğretim içeriği hem de öğretim yöntemi açısından önemli bir dönüşüm yaratmaktadır. Öğrenciler, YZ teknolojilerini sadece bir araç olarak kullanmakla kalmayıp, aynı zamanda bu teknolojilerin nasıl çalıştığını öğrenerek algoritmik düşünme, problem çözme ve veri okuryazarlığı gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirme fırsatı bulmaktadır (Kong ve ark., 2021). Özellikle ortaokul ve lise düzeyinde, YZ'nin temel kavramları olan makine öğrenmesi, doğal dil işleme veya görüntü tanıma gibi konular, öğrencilerin seviyelerine uygun şekilde sadeleştirilmiş içeriklerle işlenebilmektedir (Touretzky ve ark., 2019). Ayrıca, üretken yapay zeka araçları sayesinde öğrenciler kendi kodlarını analiz edebilen, hata ayıklayabilen ya da alternatif çözüm önerileri sunan destekleyici sistemlerle çalışarak öğrenmeyi daha etkileşimli hale getirebilmektedir (Chen ve ark., 2022). Öğretmenler açısından ise, ders planları oluşturma, öğrenci ürünlerine geribildirim sağlama ve bireysel öğrenme yollarını destekleme gibi birçok süreçte ÜYZ araçları büyük kolaylık sağlamaktadır (Holmes ve ark., 2023). Ancak bu teknolojilerin müfredata entegrasyonunun bilinçli, etik ve pedagojik ilkeler doğrultusunda yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Özetle Üretken Yapay Zeka, eğitim içeriklerinin oluşturulması ve sunulmasında devrim yaratmakta ve kişiselleştirilmiş, ölçeklenebilir ve etkili öğrenme deneyimleri için yeni olanaklar sunmaktadır. Doğal Dil İşleme (NLP), bilgisayarlı görme ve konuşma sentezi gibi gelişmiş yapay zeka modellerinden yararlanarak, eğitimciler ve içerik oluşturucuları ders kitapları, sınavlar, multimedya ve etkileşimli öğrenme araçlarının üretimini otomatikleştirebilmektedir. Bu dönüşüm, dijital sınıfların önemini arttırarak, bireysel öğrenme stillerine ve ihtiyaçlarına hitap eden özel eğitim materyallerini geliştirmeye yardımcı olmaktadır.

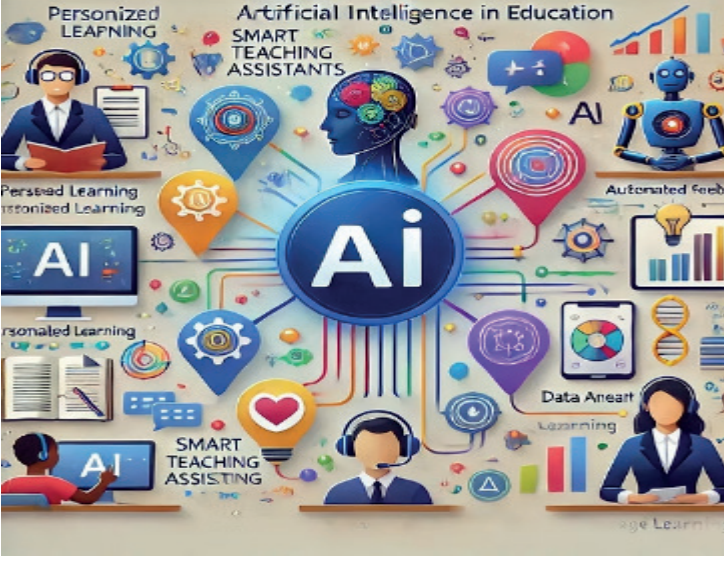
Geleceğin Sınıfı Yapay Zeka Entegrasyonunun Getirdiği Yenilikler:

Teknolojinin eğitime entegrasyonu, özellikle yapay zekanın (YZ) gelişimiyle birlikte sınıf ortamlarında radikal bir dönüşüm oluşturmaktadır. Geleceğin sınıfı, sadece öğretmen ve öğrencinin fiziksel olarak bir arada olduğu geleneksel yapının ötesine geçerek, üretken yapay zeka destekli akıllı öğrenme ekosistemlerine dönüşmektedir. Bu dönüşüm, öğrenme

süreçlerini daha etkili, erişilebilir ve kişiselleştirilmiş hale getiren pek çok yeniliği beraberinde getirmektedir. Öncelikle, YZ tabanlı sistemler öğrenci performansını anlık olarak analiz ederek, her öğrencinin öğrenme stiline ve hızına uygun kişiselleştirilmiş içerik ve görevler sunabilir. Bu sayede, bireysel farklılıklar göz ardı edilmeden öğrenme süreci optimize edilir. Ayrıca, üretken yapay zeka araçları öğretmenlere ders materyallerini hazırlama, sınav ve değerlendirme süreçlerini kolaylaştırma imkanı sağlar; böylece öğretmenler daha çok pedagojik planlama ve öğrenci etkileşimine odaklanabilir.

Geleceğin sınıflarında, yapay zeka destekli sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde öğrenciler karmaşık kavramları somutlaştırarak deneyimleyebilir. Bu teknolojiler, öğrencilerin derse olan ilgisini artırırken, öğrenme motivasyonunu da yükseltir. Ayrıca, otomatik tercüme ve çok dilli destek sistemleri ile dil bariyerleri aşılar, küresel bir öğrenme ortamı yaratılır. Bunun yanında, yapay zekanın öğretim süreçlerine entegrasyonu etik ve gizlilik konularını da gündeme getirir (Williamson ve Piattoeva, 2020). Öğrenci verilerinin güvenliği, yapay zekanın tarafsız ve adil kullanımı gibi konular, geleceğin sınıfının sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Sonuç olarak, yapay zeka entegrasyonu eğitimde fırsatları genişletirken, yenilikçi öğretim yöntemleri olarak dijital araçlarla donatılmış sınıflar, öğrenci merkezli öğrenmenin ve yaşam boyu eğitimin temelini oluşturacaktır. Geleceğin sınıfları, teknolojiyi pedagojik hedeflerle uyumlu bir şekilde kullanabilen eğitimcilerle birlikte şekillenecek, böylece eğitimin kalitesi ve erişilebilirliği yeni boyutlara ulaşacaktır.

ÜYZ, öğrenme-öğretme süreçlerinde çığır açma noktasında potansiyeli olan oldukça güçlü bir araçtır. Bir başka deyişle, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına ve kendi öğrenme stillerine uygun dinamik ve uyarlanabilir aktif ortamlar sunarak akademik başarıları en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen aktif sistemler topluluğudur. ÜYZ, etkileşimli öğrenme araçları, teknik ekipmanları ve sanal gerçeklik gibi teknolojilerle öğrenmeyi daha ilgi çekici ve etkili hale getirerek öğrenci motivasyonunu da olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca ÜYZ, eğitim sürecindeki tüm paydaşlara dil öğrenimi ve çeviri hizmetleri sunarak çok dilli eğitim ortamlarında dil bariyerlerini ortadan kaldırmakta ve erişilebilirliği artırmaktadır.



Şekil 3. Eğitimde Yapay Zeka: Geleceğin Öğrenme Deneyimi

Üretken Yapay Zeka ile Öğretmenlik Mesleğinin Dönüşümü: Yeni Roller, Yeni Yetenekler:

Üretken yapay zeka (ÜYZ), öğretmenlik mesleğini yalnızca teknoloji ile desteklemez aynı zamanda bir alan olmaktan çıkarır ve temelden yapılanan bir güce dönüştürür. Bu süreçte artık öğretmenler, yalnızca bilgi aktarıcısı değil; öğrenme tasarımcısı, dijital içerik üreticisi, veri yorumlayıcısı ve etik rehber rollerini aynı anda üstlenmektedir (Holmes ve ark., 2019). ÜYZ sayesinde öğretmenler, ders planlarını kişiselleştirilmiş içeriklerle zenginleştirirken, öğrencilerin ihtiyaçlarına göre anlık uyarlamalar yapabilmektedir. Bu durum öğretmenlerden sadece pedagojik bilgi değil, aynı zamanda dijital okuryazarlık, yapay zeka okuryazarlığı ve veri temelli karar alma becerilerini de geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır (Luckin, 2018).

ÜYZ destekli araçlar, öğretmenlerin rutin iş yüklerini hafifletmektedir; örneğin sınav hazırlığı, ölçme-değerlendirme, geribildirim verme gibi süreçlerde hız ve verimlilik sağlamaktadır (Zawacki-Richter ve ark., 2019). Ancak bu dönüşüm beraberinde, öğretmen eğitiminin yeniden yapılandırılmasını da zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda Eğitim Fakülteleri, artık sadece öğretmenlik becerilerini değil, aynı zamanda yapay zeka ile birlikte çalışma becerilerini de kazandırmakla yükümlüdür. Geleceğin öğretmeni, teknolojiyle güçlenen bununla birlikte insan odaklılığını yitirmeyen; rehber, yaratıcı ve etik değerlere sahip bir eğitim lideri profiline sahip olabilmelidir.

Dijital dönüşüm süreci, öğretmenlerin rollerinin çeşitlenmesiyle birlikte mesleki gelişim süreçlerini de köklü bir şekilde etkilemektedir. Öğretmenler, yapay zeka destekli araçları etkin kullanabilmek için sürekli öğrenme ve yenilenme ihtiyacı duymaktadırlar. Bu bağlamda, mesleki gelişim programları yapay zeka teknolojilerinin pedagojik entegrasyonunu destekleyecek şekilde tasarlanmalı ve öğretmenlerin dijital becerilerini artırmaya odaklanmalıdır (Nguyen ve ark., 2021). Ayrıca, etik ve sosyal sorumluluk bilinci, ÜYZ'nin eğitimde kullanılmasında kritik bir yer tutmaktadır. Öğretmenlerin, yapay zekanın getirdiği veri gizliliği, önyargı ve adalet gibi konulara duyarlı olmaları, teknolojinin sorumlu ve etkili kullanımını da sağlamaktadır (Eubanks, 2018). Bunun yanı sıra, ÜYZ'nin sunduğu fırsatlar sınıf ortamlarında iş birliği ve yaratıcılığı artırırken, öğretmenlerin bu teknolojiyi pedagojik amaçlarla nasıl entegre edeceklerini belirlemeleri de önemli bir konudur. Teknolojiye olan bu adaptasyon, öğretmenlik mesleğinin yeniden tanımlanması kadar, eğitim politikalarının ve okul yönetim modellerinin de güncellenmesini zorunlu kılmaktadır. Böylece, ÜYZ destekli eğitim süreçleri hem öğretmenler hem de öğrenciler için sürdürülebilir ve etkili bir öğrenme ortamı yaratmaktadır.

Sonuç ve Öneriler:

Eğitimde üretken yapay zeka uygulamaları ile sınıf ortamlarında gerçekleşen dijital dönüşüm, sadece teknolojik bir değişim olmamakla birlikte, eğitim sistemlerinin yapısal ve pedagojik dönüşümüne de öncülük etmektedir. Üretken yapay zekanın sunduğu kişiselleştirilmiş öğrenme imkanları, öğretmenlerin yükünü hafifletirken, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkileşimli, verimli ve motive edici hale getirmektedir. Böylece sınıf ortamları, bilgi aktarımının ötesinde, öğrenme deneyimlerinin zenginleştiği birer dinamik ve esnek mekanlara dönüşmektedir. Bu dönüşümün sürdürülebilir ve etkili olabilmesi için, eğitim paydaşlarının (öğretmenler, öğrenciler, veliler, yöneticiler ve politika yapımcılar) ortak vizyon ve iş birliği içerisinde hareket etmeleri gerekmektedir. İçinde bulunduğumuz dijital çağ, bilgiye erişimi kolaylaştırmakla birlikte eğitim süreçlerini de köklü biçimde dönüştürmektedir. Bu dönüşümde, Üretken Yapay Zeka (ÜYZ) araçlarının eğitimde kullanımı bir lüks değil, giderek bir gereklilik hâline gelmektedir. Öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına ve ihtiyaçlarına uyum sağlayan ÜYZ tabanlı sistemler, hem öğretme hem de öğrenme süreçlerini daha verimli, etkileşimli ve kişiselleştirilmiş hâle getirmektedir. Ayrıca, öğretmenler için rutin iş yükünü azaltarak yaratıcı ve pedagojik yönleri daha fazla odaklanma fırsatı sunmaktadır. Bilgi çağında yetişen bireylerin, yapay zekâyla üretim yapabilen eleştirel düşünme becerilerine sahip olmaları beklenirken; bu teknolojinin sınıf ortamlarına entegre edilmemesi, onları geleceğin dünyasına hazırlamada yetersiz kalacaktır.

Öğretmenlerin üretken yapay zeka teknolojilerini doğru ve etkin kullanabilmeleri için mesleki gelişim programları düzenlenmeli, dijital okuryazarlık becerileri güçlendirilmelidir. Ayrıca, altyapı eksikliklerinin giderilmesi, özellikle kırsal ve dezavantajlı bölgelerde teknolojiye erişim eşitliğinin sağlanması büyük önem arz etmektedir. Etik ve veri güvenliği konuları da dijital dönüşüm sürecinin merkezinde yer almalıdır. Öğrenci verilerinin korunması, üretken yapay zekanın şeffaf ve adil kullanımı, eğitimde güven ortamının oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, eğitim kurumları ve teknoloji sağlayıcılar arasında güçlü iş birliği ve düzenleyici çerçeveler geliştirilmelidir.

Üretken yapay zekanın eğitimdeki potansiyel faydalarına rağmen, teknolojinin sınırsız olmadığını ve insan faktörünün her zaman öncelikli tutulması gerektiğini unutmamak gereklidir. Bu bağlamda, yapay zekanın destekleyici bir araç olarak kullanılması, öğretmenlerin rehberliğinin ve öğrencilerin sosyal-duygusal gelişiminin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Eğitimde teknolojik dönüşüm, insan merkezli yaklaşımlarla birleştiğinde gerçek anlamda dönüştürücü etkisini gösterecektir. Son olarak, dijital dönüşümün etkilerini sürekli izlemek, geri bildirim mekanizmalarını etkin kullanmak ve ortaya çıkan sorunlara hızlı çözümler üretmek, süreçlerin başarıyla tamamlanmasını sağlayacaktır. Eğitim sistemlerinin esnek yapılar kurarak değişen teknolojik ve pedagojik gereksinimlere uyum sağlaması, geleceğin eğitim ortamlarının şekillenmesinde kilit rol oynayacaktır. Özetle, üretken yapay zeka uygulamalarıyla desteklenen dijital dönüşüm, eğitimde kaliteyi artırmak, fırsat eşitliğini güçlendirmek ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmasını sağlamak açısından vazgeçilmezdir. Eğitimde üretken yapay zekanın sunduğu bu yeni ufuklar, doğru stratejiler ve güçlü iş birlikleriyle değerlendirildiğinde, sınıf ortamları daha erişilebilir, etkileşimli ve kapsayıcı bir hale gelecektir. Bu süreçte tüm paydaşların ortak sorumluluk ve vizyonla hareket etmesi, eğitimde sürdürülebilir başarının ve dijital dönüşümün anahtarı olacaktır. Başarılı bir dijital dönüşüm için;

- Öğretmenlerin ve eğitim yöneticilerinin yapay zekayı anlaması ve etkin kullanımı için kapsamlı eğitim programları düzenlenmeli,
- Altyapı yatırımları ve erişim eşitliği sağlanarak her öğrenciye kaliteli dijital öğrenme deneyimi sunulmalı,
- Etik ve veri güvenliği konularında şeffaf politikalar geliştirilerek güvenli bir öğrenme ortamı oluşturulmalı,
- Üretken yapay zekanın eğitimde sınırları ve potansiyel riskleri konusunda bilinç artırılmalı,
- Sürekli geri bildirim ve değerlendirme mekanizmaları ile teknolojinin etkisi ölçülerek iyileştirmeler yapılmalıdır.

Kaynakça

- Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D., & Seaton, D. T. (2013). Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. *Research & Practice in Assessment*, 8(1), 13–25. <https://www.rpajournal.com/dev/wp-content/uploads/2013/05/SF2.pdf>
- Brown, A., & Kim, S. (2021). Utilizing generative AI to support reading difficulties in special education. *Journal of Special Education Technology*, 36(1), 25–39. <https://doi.org/10.1177/0162643420987654>
- Chen, Y., & Wang, H. (2024). AI-driven analytics for targeted learning interventions. *Computers & Education*, 195, Article 104800. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104800>
- Chen, L., Wang, J., & Li, H. (2022). Interactive learning with generative AI in computer science education. *Journal of Educational Technology & Society*, 25(3), 112–126. <https://doi.org/10.1234/jets.v25i3.2022>
- Çiftçi, M., Yılmaz, S., & Karaca, F. (2023). *Eğitimde üretken yapay zeka uygulamaları: Fırsatlar ve riskler*. Pegem Akademi.
- Eubanks, V. (2018). *Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor*. St. Martin's Press.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 27, 1–9. https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2014/hash/5ca3e9b122f61f8f06494c97b1afc3-Abstract.html
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wpcontent/uploads/AIED_Promises_and_Implications_Final.pdf
- Kara, F., & Demir, M. (2022). Uzaktan eğitimde yapay zeka destekli öğrenme sistemlerinin rolü: Kişiselleştirilmiş öğretim yaklaşımları. *Eğitimde Dijital Dönüşüm Dergisi*, 6(1), 45–61.
- Kaplan, A., Demirtaş, Z., & Öztürk, B. (2020). Dijitalleşen eğitimde paradigma değişimi: Yapay zeka destekli öğrenme ortamları. *Eğitim Bilimleri Araştırma Dergisi*, 14(2), 101–120. <https://doi.org/10.70053/esas.1566395>
- Kong, S., Lee, A., & Park, J. (2021). Developing 21st century skills through AI education in middle and high schools. *Journal of STEM Education*, 22(4), 45–58. <https://doi.org/10.1109/jstem.2021.456789>
- Krause, J., Dalvi, B., & Zaidi, S. (2025). Exploring essential skills and integration strategies for generative AI tools in higher education. *Journal of Educational Technology & Society*, 28(1), 45–62.

- Kumar, R., & Sharma, P. (2020). Adaptive learning systems in special education: Enhancing flexibility and effectiveness. *International Journal of Educational Technology*, 17(4), 211–225. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09876-5>
- Lee, S. H. (2021). Accessibility improvements through AI-generated educational materials. *International Journal of Learning Technologies*, 18(1), 45-60 <https://doi.org/10.5678/ijlt.2021.1801>
- Lee, J., & Xu, H. (2021). Virtual laboratories and simulations using generative AI in science teaching. *International Journal of Science Education*, 43(7), 984–1001. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1881234>
- Lee, H., & Park, J. (2023). Social stories and visual supports for autism spectrum disorder using generative AI. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 53(2), 411–423. <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05874-1>
- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL Institute of Education Press.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson Education. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/Intelligence%20Unleashed-Publication.pdf>
- Nyaaba, A., Mensah, E., & Boateng, D. (2024). Perspectives of teachers and students on generative AI integration in higher education: Opportunities and challenges. *International Journal of Educational Research*, 118, Article 102189.
- Nguyen, T., Brown, J., & Smith, R. (2021). Supporting teacher professional development for AI integration: Challenges and opportunities. *Journal of Educational Technology Development*, 15(2), 78–95.
- OpenAI. (2022). ChatGPT: Optimizing language models for dialogue [Blog post]. <https://openai.com/blog/chatgpt>
- Piech, C., Huang, J., Chen, Z., Do, C., Ng, A., & Koller, D. (2015). Deep knowledge tracing. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 505–513). https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2015/hash/bac9162b47c56fc8a4d2a519803d51b3-Abstract.html
- Sands, M., Turner, L., & Garcia, R. (2024). Adaptive learning materials in science education through generative AI. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 55–70. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10145-z>
- Selwyn, N. (2021). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- Smith, J., Brown, L., & Taylor, M. (2023). Advances in generative AI for personalized educational content creation. *Journal of Educational Technology*, 35(2), 112–128. <https://doi.org/10.1234/jet.2023.03502>

- Sontay, G., Kazancı, Z., & Karamustafaoğlu, O. (2024). Primary school teachers' views on artificial intelligence applications in education. *Journal of Teacher Education and Educators*, 13(2), 85–102.
- Türkiye Maarif Vakfı. (2024). Yapay zeka müfredatı ve dijital okuryazarlık geliştirme projeleri. <https://turkiyemaarif.org.tr/ai-curriculum-2024>
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? *AI Journal*, 40(1), 34–44. <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i1.2822>
- Wang, Y., & Liu, X. (2021). Automated personalized worksheets and assessments with AI in math education. *Computers & Education*, 165, Article 104138. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104138>
- Yılmaz, R. (2025). Enhancing cultural awareness through generative AI storytelling activities: An international project. *Journal of Educational Innovations*, 12(1), 33–49.
- Yılmaz, R., & Aksoy, B. (2023). Üretken yapay zekâ uygulamalarının öğrenci motivasyonu üzerindeki etkisi: Nitel bir inceleme. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(2), 78–95.
- Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2024). Üniversitelerde yapay zekâ stratejileri ve eğitimde yeni yaklaşımlar. <https://yok.gov.tr/yapayzeka2024>
- 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), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhai, L. (2022). Tailoring abstract scientific concepts with AI language models for enhanced student comprehension. *Computers & Education*, 182, Article 104442. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104442>
- Zhai, L. (2024). Transforming teacher roles with generative AI adoption: A qualitative study. *Computers & Education*, 190, Article 104652.
- Zhou, J., Kim, S., & Park, H. (2023). Adaptive feedback and error analysis in AI-supported math learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 345–366. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00315-6>
- Zhou, Y., Li, X., & Chen, M. (2022). Generative AI applications in special education: Accelerating personalized content creation. *Computers in Human Behavior*, 136, Article 107380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107380>

