

BÖLÜM 3

Dijitalleşme, Yapay Zekâ ve Öğretmenlik

Yasemin Yeşilbaş Özenç

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-5590-4520> - yasemin.yesilbas@hotmail.com

Özet - Bu bölümde dijitalleşme, dijital dönüşüm ve yapay zekâ kavramları eğitim bağlamında ele alınmış; eğitimde yaşanan teknolojik dönüşümün öğretmenlik mesleğine yansımaları kuramsal bir perspektifle tartışılmıştır. Bu kapsamda öncelikle dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramları açıklanmış, ardından eğitimde dijitalleşmenin temel boyutları olan dijital öğrenme ortamları, öğrenme analitiği, dijital ölçme-değerlendirme uygulamaları ile kurumsal ve pedagojik dönüşüm süreçleri ele alınmıştır. Bölümde ayrıca yapay zekânın eğitim alanındaki kullanım biçimleri; öğretim, ölçme-değerlendirme ve yönetim süreçleri bağlamında açıklanmıştır. STEM eğitimi, yabancı dil öğretimi ve yazma becerilerinin geliştirilmesi gibi farklı alanlarda kullanılan yapay zekâ destekli araç ve uygulamalara örnekler verilmiştir. Bunun yanı sıra yapay zekânın eğitimde sunduğu fırsatlar; kişiselleştirilmiş öğrenme, veri temelli karar verme ve öğretim süreçlerinin desteklenmesi bağlamında ele alınırken, veri gizliliği, etik sorunlar, algoritmik önyargı ve dijital eşitsizlik gibi sınırlılıklar da tartışılmıştır. Son olarak öğretmenlerin yapay zekâya yönelik tutumları ve öğretmenlik mesleğinde ortaya çıkan dönüşüm değerlendirilmiş; dijital pedagojik yeterlikler, veri okuryazarlığı ve sürekli mesleki gelişimin önemi vurgulanmıştır. Bölüm, eğitimde teknolojik dönüşüm sürecinde öğretmenin değişen rolüne ilişkin bütüncül bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Eğitimde Dijital Dönüşüm, Öğretmenlik, Yapay Zekâ

Yeşilbaş Özenç, Y. (2026). Dijitalleşme, yapay zekâ ve öğretmenlik. In F. M. Özbilen (Ed.), *Eğitim bilimlerinde yeni ufuklar* (pp. 57–96). Pen Academic Publishing. <https://doi.org/10.29329/penbook.36.3>

1. Giriş

21. yüzyıl, yalnızca teknolojik gelişmelerin hız kazandığı bir dönem değil, aynı zamanda toplumsal yaşamı yeniden şekillendiren bir dönüşüm süreci olarak karşımıza çıkmaktadır. “Sanayi 4.0” olarak adlandırılan bu yeni paradigma, büyük veri, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve otomasyon gibi teknolojiler aracılığıyla üretim süreçlerini dönüştürmenin ötesine geçerek, ekonomik, sosyal ve kültürel yapılar üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır (Brennen & Kreiss, 2016; Pereira & Romero, 2017; Qin vd., 2016). Yaşanan bu dönüşüm, bilginin üretimini, bilgiye erişimi ve bilginin paylaşılması sürecini yeniden tanımlayarak eğitim sistemlerini etkilemektedir. Dijital teknolojilerin gelişmesiyle birlikte öğrenme ortamları çeşitlenmekte ve öğretim süreçleri daha esnek bir yapıya dönüşmektedir (Bates, 2019; Selwyn, 2016). Bununla birlikte yapay zekâ teknolojilerinin eğitim ortamlarına entegrasyonu her öğrencinin öğrenme düzeyine uygun olan öğretim yöntemlerinin kullanılmasıyla birlikte öğrenmenin kişiselleştirilmesi, öğrenci performansının anlık olarak izlenebilmesi ve öğretim süreçlerinin farklı durum ve koşullara uyarlanması gibi yeni olanaklar sunmaktadır (Chen vd., 2020; Zawacki-Richter vd., 2019). Tüm bu gelişmeler, eğitimi yalnızca teknolojik araçların kullanımı açısından değil, pedagojik ve yapısal düzeyde de yeniden düşünülmesi gereken bir alan hâline getirmektedir (Mishra & Koehler, 2006).

Eğitimde yaşanan bu dönüşüm sürecinden en çok etkilenen okul paydaşlarından biri de öğretmenlerdir. Dijitalleşme ve yapay zekâ uygulamalarının okullarda yer almasıyla birlikte öğretmenler, geleneksel bilgi aktarıcı rolünden uzaklaşarak öğrenme sürecini tasarlayan, yönlendiren ve kolaylaştıran mesleki bir kimlik kazanmaktadır (Holmes vd., 2019; Laurillard, 2012). Öğretmenler artık yalnızca öğrenme içeriğini aktaran değil; dijital öğrenme ortamlarını kurgulayan, verileri yorumlayan, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun stratejiler geliştiren ve teknolojiyi pedagojik amaçlarla bütünleştiren eğitimciler hâline gelmektedir. Bu bağlamda öğretmenlik mesleği, dijital pedagojik yeterlikler, veri okuryazarlığı ve sürekli mesleki gelişim gerektiren dinamik bir yapıya dönüşmektedir (Darling-Hammond vd., 2017; Falloon, 2020; Mandinach & Gummer, 2016).

Bu bölüm, dijitalleşme, yapay zekâ ve öğretmenlik arasındaki çok boyutlu ilişkiyi ele almayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda öncelikle dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramları açıklanmış, ardından eğitimde dijitalleşmenin temel boyutları incelenmiştir. Sonrasında eğitimde yapay zekâ kullanımı, bu alandaki araçlar ve uygulama örnekleri üzerinden tartışılmıştır. Bölüm, dijitalleşme ve yapay zekâ kapsamında öğretmenlik

mesleğinin dönüşümünü bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak hem kuramsal hem de uygulamaya dönük bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir.

2. Kavramsal Çerçeve: Dijitalleşme ve Dijital Dönüşüm

Dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramları, günümüzde eğitimden ekonomiye, yönetimden toplumsal yaşama kadar pek çok alanı etkileyen temel dönüşüm dinamikleri arasında yer almaktadır. Bu iki kavram çoğu zaman birbiri yerine kullanılsa da kapsam, amaç ve dönüşüm düzeyi açısından birbirinden farklı anlamlar taşımaktadır. Bu nedenle eğitimde yaşanan teknolojik değişimlerin anlaşılabilmesi için öncelikle dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramlarının açıklanması önemlidir.

2.1. Dijitalleşme Nedir?

Dijitalleşme (*digitalization*), sosyal yaşamın birçok alanının dijital iletişim ve medya altyapıları aracılığıyla yeniden yapılandırılması ve dijital teknolojilerin örgütler veya toplumlar tarafından benimsenmesi sürecini ifade etmektedir (Brennen & Kreiss, 2016). Dijitalleşme, yalnızca teknik bir ilerleme değil, toplumsal etkileşim biçimlerinin ve kurumsal işleyişlerin yeniden örgütlenmesini ifade eden çok katmanlı bir dönüşüm sürecidir. Dolayısıyla kavramın yalnızca teknolojik altyapı üzerinden değil, sosyal pratikler ve kültürel değişim üzerinden de değerlendirilmesi gerekmektedir. Rachinger ve diğerlerine göre (2019) dijitalleşme, sayısallaştırılmış verileri ve dijital teknolojileri kullanarak iş süreçlerini, iş modellerini ve değer yaratma biçimlerini değiştirme sürecidir. Bu yönüyle dijitalleşme, veriye dayalı karar verme kültürünü güçlendiren ve kurumların işleyiş mantığını daha ölçülebilir, izlenebilir ve analiz edilebilir hâle getiren bir yapısal düzenlemelerdir. Dijitalleşme ile işletmeler, maliyet etkinliği ve rekabet avantajı için bilgi ve iletişim teknolojilerini benimseyerek iş ortamlarını dönüştürebilir, böylece çalışanların performansını ve şirketin rekabet gücünü artırabilir (Gradillas & Thomas, 2023; Voitsekh, 2023; Yaqub & Alsabban, 2023).

Dijitalleşme günlük yaşamın pek çok alanında karşımıza çıkmakla birlikte, dijitalleşmenin birkaç örneği arasında akıllı evler (eğlence, güvenlik, çocuk bakımı, elektrik ve ısıtma vb.), e-sağlık, akıllı mobilite ve akıllı şehirler sayılabilir (Gray & Rumpe, 2015). Bu bağlamda dijitalleşme, bireylerin gündelik yaşam pratiklerinden kurumsal yönetim modellerine kadar uzanan geniş bir etki alanına sahiptir. Eğitim sistemleri de bu makro dönüşümün dışında kalmamış; öğretim süreçleri, değerlendirme

biçimleri ve mesleki iletişim ağıları dijital altyapılar üzerinden yeniden şekillenmeye başlamıştır. Dolayısıyla dijitalleşmenin eğitim bağlamında ele alınması, yalnızca teknolojik entegrasyonu değil, aynı zamanda pedagojik ve mesleki yeniden yapılanmayı ifade etmektedir.

2.2. Dijital Dönüşüm Nedir?

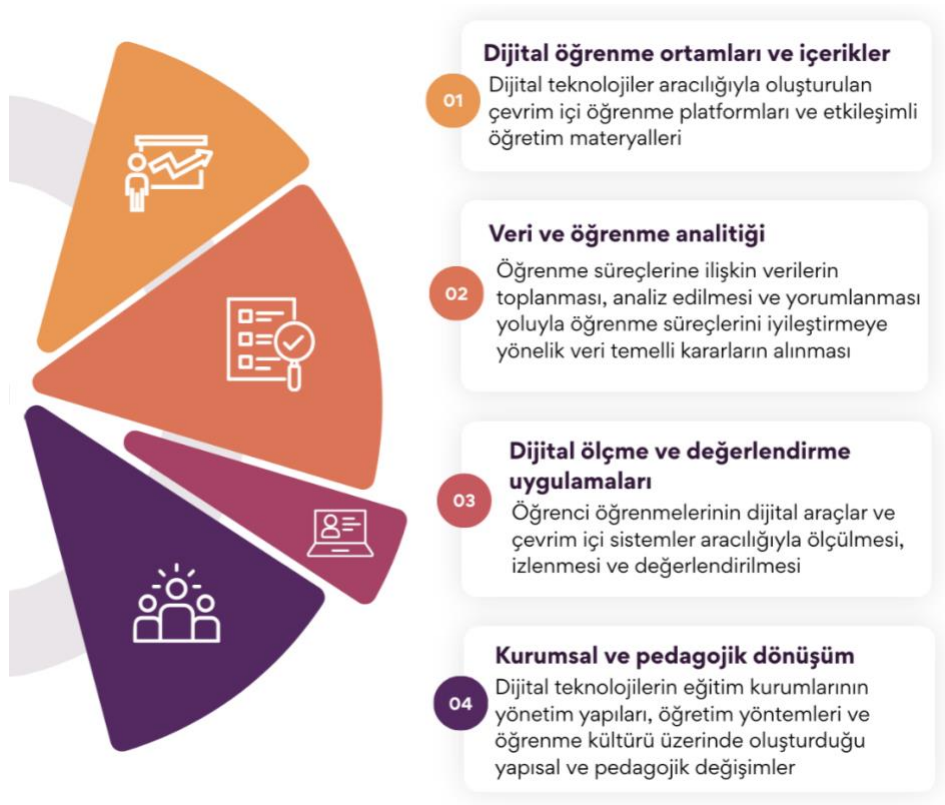
Dijitalleşme ile birlikte öne çıkan bir diğer kavram dijital dönüşümdür. Dijital dönüşüm (*digital transformation*), yalnızca teknolojiyi değil; iş modelini, süreçleri ve insanları kökten dönüştüren bir değişim sürecidir. Bu tanım, dijital dönüşümün dijitalleşmeden farklı olarak daha derin ve bütüncül bir yapısal değişimi ifade ettiğini göstermektedir. Dijitalleşme mevcut süreçleri iyileştirmeye odaklanırken; dijital dönüşüm, süreçlerin kendisini yeniden tasarlamayı gerektirir. Dijital dönüşüm, bir kurumun özelliklerinde anlamlı değişimler yaratmak için bilgi, bilişim, iletişim ve bağlantılılık teknolojilerinin birlikte kullanıldığı devamlı bir yenilenme sürecidir (Trenerry vd., 2021; Vial, 2019). Dijital dönüşümde; sosyal medya, mobilite, nesnelerin interneti (IoT), siber güvenlik, büyük veri ve analitik, bulut bilişim, robotik süreç otomasyonu (RPA), yapay zekâ (makine öğrenimi), blok zinciri gibi çeşitli araçlar/uygulamalar etkili olmaktadır (Tang, 2021). Ancak burada belirleyici olan unsur yalnızca kullanılan teknolojiler değil, bu teknolojilerin kurumsal kültür ve karar alma mekanizmalarıyla nasıl bütünleştiğidir. Sonuç olarak dijital dönüşüm, örgütlerin teknolojik araçları benimsemesinin ötesinde; değer üretme biçimlerini, karar süreçlerini ve kurumsal kimliklerini yeniden tanımladığı kapsamlı bir paradigma değişimini ifade etmektedir. Bu yönüyle dijital dönüşüm, eğitim sistemleri açısından pedagojik yaklaşımların ve öğretmen rollerinin yeniden düşünülmesini zorunlu kılmaktadır.

3. Eğitimde Dijitalleşme

Eğitimde dijitalleşme, öğrenme-öğretme süreçlerinde dijital teknolojilerin (çevrim içi platformlar, VR/AR, yapay zekâ vb.) sistemli biçimde kullanılmasıdır (Zou vd., 2025). Ancak bu durum yalnızca eğitimde dijital araçların kullanılması değil; pedagojik ve örgütsel bağlamda yapısal ve işgücü dönüşümü içeren uzun vadeli bir değişim sürecidir (Timotheou vd., 2022; Wang vd., 2024). Başka bir ifadeyle, eğitimde dijitalleşme ve dijital dönüşüm, yalnızca teknolojik araçların sınıf ortamına entegrasyonu ile sınırlı olmayan; pedagojik yaklaşımların, öğretmen rollerinin ve öğrenme tasarımlarının yeniden yapılandırılmasını gerektiren çok boyutlu bir değişim sürecidir.

3.1. Eğitimde Dijitalleşmenin Temel Boyutları

Eğitimde dijitalleşme, yalnızca teknolojinin sınıfa girmesi anlamına gelmez; öğretme-öğrenme süreçlerinin, yönetimin, değerlendirme yöntemlerinin ve eğitim ekosisteminin dijital teknolojiler aracılığıyla yeniden yapılandırılmasını ifade eder. Dijital teknolojilerin eğitim sistemine entegrasyonu, eğitim süreçlerinin daha esnek, erişilebilir, veri temelli ve öğrenen merkezli bir yapıya evrilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda eğitimde dijitalleşme; (1) dijital öğrenme ortamları ve içerikler, (2) veri ve öğrenme analitiği, (3) dijital ölçme ve değerlendirme uygulamaları ile (4) kurumsal ve pedagojik dönüşüm olmak üzere dört temel boyut altında ele alınabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Eğitimde Dijitalleşmenin Temel Boyutları

İlk olarak **dijital öğrenme ortamları ve içerikler**, dijitalleşmenin eğitim alanındaki en görünür boyutunu oluşturmaktadır. Bu kapsamda çevrim içi öğrenme platformları, öğrenme yönetim sistemleri, dijital ders materyalleri, etkileşimli içerikler, video temelli öğrenme kaynakları ve açık eğitim kaynakları gibi araç ve ortamlar öğrenme-öğretme süreçlerinin dijital ortamda gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Bu tür ortamlar, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimini mümkün kılarak, her zaman ve her yerde öğrenmeyi hedefler (Casas, 2025). Dijital öğrenme ortamları öğrenmenin zaman ve mekân sınırlılıklarından bağımsız biçimde gerçekleşmesine katkı sağlamakta, aynı zamanda öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha aktif katılımını destekleyen etkileşimli öğrenme deneyimleri sunmaktadır. Dijital öğrenme ortamları, hibrit ve uzaktan eğitim modelleri aracılığıyla öğrenme süreçlerinde esneklik ve çeşitlilik sağlamaktadır. Bu ortamlar, teknolojik altyapı, aktif öğretim stratejileri ve kişiselleştirilmiş öğretim yöntemleriyle desteklendiğinde öğrenci katılımını ve öğrencilerin akademik performansını önemli ölçüde artırır, ancak öğretim etkinliklerinin başarıyla yürütülmesi için eğitime erişimde eşitlik ve dijital okuryazarlık becerisi gerekir (Brugliera, 2024; Harianto vd., 2025; Javed vd., 2025).

İkinci olarak **veri ve öğrenme analitiği**, eğitimde dijitalleşmenin veri temelli karar alma süreçlerini güçlendiren önemli bir boyutunu oluşturmaktadır. Dijital öğrenme ortamlarında oluşan büyük miktardaki öğrenme verileri, öğrencilerin öğrenme davranışlarını ve performanslarını analiz etmeye olanak tanımaktadır (Aguagallo vd., 2023). Öğrenme analitiği sayesinde öğrencilerin öğrenme süreçleri daha ayrıntılı biçimde izlenebilir, öğrenme güçlükleri erken aşamada belirlenebilir ve bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun öğretim stratejileri geliştirilebilir. Öğrenme analitiği, çevrim içi öğrenme ortamlarında gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak ve risk altındaki öğrencileri belirleyerek öğrenci katılımını ve akademik performansı olumlu yönde etkileyebilir (Lampropoulos & Evangelidis, 2025; Sahni, 2023). Bu durum, eğitim süreçlerinin daha sistematik biçimde izlenmesine ve öğretim uygulamalarının veriye dayalı olarak iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Üçüncü boyut olan **dijital ölçme ve değerlendirme**, öğrenme çıktılarının değerlendirilmesinde dijital teknolojilerin kullanılmasını ifade etmektedir. Çevrim içi sınav sistemleri, otomatik değerlendirme araçları, e-portfolyo uygulamaları ve anlık geri bildirim sistemleri bu kapsamda değerlendirilebilir. Dijital ölçme ve değerlendirme araçlarından çevrim içi test platformları (Quizizz, Google Form vb.), otomatik puanlama ve anlık geri bildirim ile büyük sınıflarda verimlilik sağlanabilir (Chaudhari, 2025; Nurwahid & Ashar, 2025). Kursların veya eğitim programlarının yönetimi,

belgelenmesi, takibi, raporlanması ve sunulması için kullanılan bir yazılım uygulaması olan Öğrenme Yönetim Sisteminde (*Learning Management System, LMS*) yer alan sınav ve ödev modülleri ile not takibi, rubriklerle değerlendirme ve raporlama yapılabilir (Castillo-Manzano vd., 2023; Liu vd., 2024). Bunun yanı sıra e-portfolyo sistemleri ile ürün dosyaları incelenebilir, projeler aracılığıyla bütüncül değerlendirmeler yapılabilir (Pusa & Dinçer, 2025). Dijital performans değerlendirmeleri ya da proje-temelli sistemler ile proje ve gözlem temelli değerlendirmeler gerçekleştirilebilir (Suri vd., 2025). Kısacası, dijital ölçme-değerlendirme sistemleri; basit çevrim içi testlerden yapay zekâ destekli, çok boyutlu veri toplayan akıllı platformlara kadar uzanan geniş bir yelpazeyi kapsamakta ve hem öğrenci öğrenmesini hem de kurumsal/dijital kapasiteyi izlemek için kullanılmaktadır.

Son olarak **kurumsal ve pedagojik dönüşüm**, eğitimde dijitalleşmenin yalnızca teknolojik bir yenilik değil aynı zamanda yapısal bir dönüşüm süreci olduğunu göstermektedir. Dijitalleşme, eğitim kurumlarının yönetim süreçlerinden öğretim tasarımlarına kadar birçok alanı etkilemektedir. Okullarda dijitalleşme, pedagojik ve örgütsel değişimi içermektedir (Pettersson, 2021). Dijitalleşme, okul yönetim bilgi sistemleri; öğrenci kayıtları, yoklama, bütçe, raporlama gibi işlemleri otomatikleştirerek işlem hızını ve veri doğruluğunu artırmaktadır (Solahudin vd., 2025). Dijitalleşme ile veri temelli karar alma, hesap verebilirlik ve kalite izleme pratikleri güçlenerek kurumsal yönetişim değişmekte, bu kapsamda okuldaki iş akışını ve okul kültürü dönüştüren geniş ölçekli bir değişim süreci yaşanmaktadır (Godin & Terekhova, 2021; Timotheou vd., 2022; Wang vd., 2024). Bu dönüşüm ile birlikte okullarda öğretmenlerin ve okul yöneticilerinin rolü de değişmektedir. Dijitalleşme ile birlikte öğretmenlerin rolü bilgi aktarıcıdan; kolaylaştırıcı, mentor ve dijital ortam tasarımcısı rolüne dönüşmektedir (Manaff & Azahari, 2024). Bu süreçte, öğretmenlerin dijital pedagojik yetkinliklerinin ve dijital okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi ve sürekli mesleki gelişimin sağlanması gerekir (Okoye vd., 2022; Rudney vd., 2025). Bunun yanı sıra okul yöneticilerinin dijital kaynakları pedagojik modele entegre etmeye dönük vizyoner liderliği, dönüşümün en kritik belirleyicilerinden biridir (Navaridas-Nalda vd., 2020). Ayrıca okul yöneticileri teknoloji liderliği ile okul personelinin dijital araçları benimsemesini sağlayarak, okulda teknoloji kullanımını teşvik edebilir (Shoukat vd., 2025).

Dijital teknolojilerin eğitim ortamlarına entegrasyonu, öğretim yaklaşımlarını da dönüştürmektedir. Öğrenci merkezli öğrenme modelleri, kişiselleştirilmiş öğrenme yaklaşımları ve teknoloji destekli öğretim tasarımları bu dönüşümün önemli bileşenleri

arasında yer almaktadır. Dijital teknolojiler, çevrim içi öğrenme uygulamaları ve eğitim yazılımları aracılığıyla etkileşimli, esnek ve kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimlerini destekleyerek eğitimi önemli ölçüde etkiler (Djibran vd., 2024). Dijitalleşme, okullarda öğretim yaklaşımlarını rol dağılımından sınıf içi etkinliklere kadar önemli ölçüde dönüştürmektedir. Ancak bu dönüşümün “yenilikçi pedagojilere” evrilmesi; sadece teknolojiye erişime değil, bilinçli tasarıma, öğretmen niteliğine ve kurumsal politikalara bağlıdır (Abdykerimova vd., 2025; Minarto vd., 2025). Eğitimde teknolojinin entegrasyonu, öğrenci katılımı, motivasyonu ve akademik performansın iyileşmesini sağlayabilir, ancak bu durum hem öğrenciler hem de eğitimciler için etkili bir öğretim tasarımı ve destek ile mümkün olmaktadır (Kumari, 2025).

Sonuç olarak eğitimde dijitalleşme, eğitim sisteminin farklı bileşenlerini etkileyen çok katmanlı bir dönüşüm süreci olarak değerlendirilebilir. Dijital öğrenme ortamlarının geliştirilmesi, öğrenme verilerinin analizi, dijital değerlendirme uygulamalarının yaygınlaşması ve kurumsal yapıların dijital dönüşüme uyum sağlaması, eğitim sistemlerinin daha esnek, kapsayıcı ve öğrenci odaklı bir yapıya evrilmesine katkı sağlamaktadır.

4. Eğitimde Yapay Zekâ Kullanımı

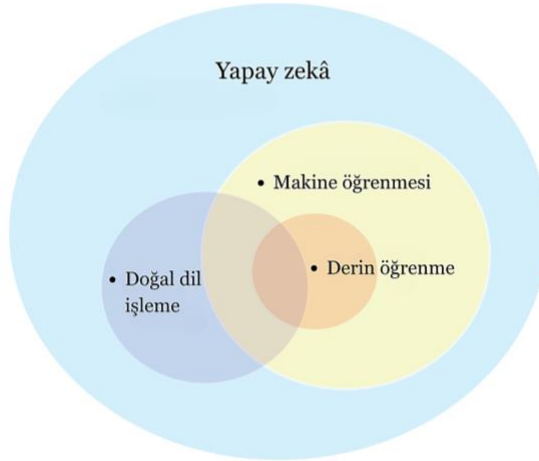
Yapay zekâ (YZ), normalde insan zekâsı gerektiren öğrenme, akıl yürütme, problem çözme, karar verme ve dil anlama gibi bilişsel süreçleri bilgisayar sistemleri aracılığıyla gerçekleştirmeyi amaçlayan bir disiplin ve teknolojiler bütünüdür. Eğitim alanında yapay zekâ teknolojileri; öğrenme süreçlerini kişiselleştirme, öğrencilerin performansını analiz etme, öğretim materyallerini uyarlama ve öğretmenlere karar verme süreçlerinde veri temelli destek sağlama gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Yapay zekâ destekli sistemler, öğrencilerin öğrenme hızına ve ihtiyaçlarına göre içerik sunabilen uyarlanabilir öğrenme ortamları oluşturmakta; aynı zamanda otomatik değerlendirme, öğrenme analitiği ve akıllı öğretim sistemleri aracılığıyla öğretim süreçlerinin daha etkili ve verimli hâle gelmesine katkı sağlamaktadır.

4.1. Yapay Zekâ Nedir?

Yapay zekâ, insan zekâsını gerektiren öğrenme, akıl yürütme, problem çözme, örüntü tanıma ve karar verme gibi bilişsel süreçlerin bilgisayar sistemleri tarafından gerçekleştirilmesini amaçlayan bir teknolojiler ve yöntemler bütünüdür. Başka bir ifadeyle, yapay zekâ, bir makinenin akıl yürütme, öğrenme, problem çözme, algılama

ve dil anlama gibi insanî bilişsel görevleri taklit etme ve yerine getirme kapasitesidir (Deng, 2018; Shrivastava vd., 2024). Yapay zekâ teknolojisi, makinelerin mantıksal akıl yürütme, öğrenme ve problem çözme gibi normalde insan zekâsı gerektiren görevleri, makine öğrenimi algoritmaları ve teknolojileri kullanarak gerçekleştirmesi olup, verilen görevleri otomatikleştirerek ve veri analizi ile karar verme süreçlerini yeniden düşünerek hayatın çeşitli yönlerini devrim niteliğinde değiştirmektedir (Morandín-Ahuerma, 2022; Ronanki & Nguyen, 2023).

Yapay zekâ, insan benzeri algılama, anlama, akıl yürütme ve hareket etmeyi sağlayan bir dizi temel bileşenden oluşan geniş bir alandır. Makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme bu alanın temel alt bileşenleridir. Makine öğrenmesi (*machine learning*), sistemlerin veriden öğrenerek açıkça programlanmadan model kurması, tahmin etmesi ve karar vermesidir (Janiesch vd., 2021). Derin öğrenme (*deep learning*), makine öğrenmesinin bir alt alanı olarak, çok katmanlı yapay sinir ağları ile veriden otomatik özellik çıkaran öğrenme yöntemlerini ifade etmektedir (Górriz vd., 2023; Janiesch vd., 2021). Doğal dil işleme (*natural language processing*) ise bilgisayarların insan dilini anlaması, yorumlaması ve üretmesi anlamına gelir (Bala & Kaur, 2025; Lauriola vd., 2021). Derin öğrenme hem makine öğrenmesi hem de yapay zekanın önemli bir parçasıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Yapay Zekâ ile İlişkili Kavramlar

Kaynak: TechTarget, 2024.

Yapay zekâ, insan benzeri zekâyı amaçlarken, makine öğrenmesi veriden öğrenme yöntemlerini, derin öğrenme ise çok katmanlı sinir ağlarıyla bu öğrenmeyi derinleştirir (Dong vd., 2021; Sarker, 2021). Doğal dil işleme, metin ve konuşma gibi doğal dilleri işleyen yapay zekâ alt alanıdır; makine çevirisi, duygu analizi, sohbet botları, sanal asistanlar, spam filtreleme gibi pek çok uygulamayı kapsar ve günümüzde büyük ölçüde makine öğrenmesi ve özellikle derin öğrenme teknikleriyle gerçekleştirilir (Ali & Shandilya, 2021; Chen vd., 2024; Rongali, 2025). Yapay zekâ, makine öğrenimi ve derin öğrenme, akıllı makineler sayesinde bilgisayar bilimini devrim niteliğinde değiştirmekte ve hatta bazıları insan performansını aşmaktadır (Mian vd., 2024). Bu teknolojiler, gelişmiş robotikte devrim yaratarak; robotları daha zeki, verimli ve karmaşık görevler ile ortamlara uyum sağlayabilir hale getirerek çeşitli endüstrilerde ve birçok sektörde büyük ölçekli değişimlere neden olmaktadır (Soori vd., 2023).

4.2. Eğitimde Yapay Zekâ Nedir?

Eğitimde yapay zekâ, öğrenme ve öğretme süreçlerini desteklemek, geliştirmek ve daha etkili hâle getirmek amacıyla yapay zekâ temelli algoritma ve sistemlerin eğitim ortamlarına entegre edilmesini ifade etmektedir. Bu yaklaşım, öğrenci verilerinin analiz edilmesi, öğrenme ortamlarının iyileştirilmesi, öğrenme süreçlerinin geliştirilmesi ve öğretim etkinliklerinin uyarlanması gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Almasri, 2024; Jokhan vd., 2022; Onesi-Ozigagun vd., 2024; Zhou, 2025). Yapay zekâ ile öğrenci performansı, katılımı ve öz-yeterliliği belirlenerek her öğrencinin kendi düzeyine uygun olan kişileştirilmiş eğitim sağlanabilir (Chen vd., 2025). Bu bağlamda yapay zekâ teknolojileri; büyük veri kümelerini analiz edebilen, örüntüler tespit edebilen ve belirli karar süreçlerini otomatikleştirebilen sistemler aracılığıyla eğitim ortamlarında veri temelli uygulamaların gelişmesine olanak sağlayabilir. Bu teknolojiler ile öğrencinin akademik performansı, risk altındaki öğrenciler ve okul terk oranları etkili bir şekilde değerlendirilebilir (Fahd vd., 2023).

Eğitim alanında yapay zekâ teknolojileri ile öğrencilerin öğrenme davranışları analiz edilebilir, bireysel öğrenme ihtiyaçları belirlenebilir ve buna uygun uyarlanabilir öğrenme ortamları oluşturulabilir (Tapalova vd.,2022; Vieriu & Petrea, 2025). Böylece öğretim süreçleri öğrencilerin bilgi düzeyi, öğrenme hızı ve öğrenme tercihleri dikkate alınarak daha kişiselleştirilmiş bir yapıya dönüştürülebilir (Minn, 2022; Ruiz-Rojas vd., 2023). Bu kişiselleştirilmiş öğrenmede yapay zekâ tabanlı araçlar, geleneksel yöntemlere kıyasla öğrencinin akademik performansını, derse katılımını, memnuniyetini, motivasyonunu ve başarısını önemli ölçüde artırabilir (Gligorea vd.,

2023; Naseer vd., 2024; Ram, 2025). Ancak, yapay zekâ ve makine öğrenimi, öğrenci özelliklerini doğru bir şekilde edinerek kişiselleştirilmiş eğitimi geliştirmesine karşın akran etkileri, motivasyon, çeşitlilik ve algoritmik önyargılar gibi zorluklarla karşılaşabilmektedir (Maghsudi vd., 2021).

Eğitimde yapay zekâ uygulamaları; akıllı öğretim sistemleri, otomatik değerlendirme araçları, öğrenme analitiği, uyarlanabilir öğrenme platformları ve yapay zekâ destekli dijital öğretim asistanları gibi çeşitli teknolojiler aracılığıyla kullanılmaktadır (López-Meneses vd., 2025). Bu sistemler yalnızca öğrencilerin öğrenme süreçlerini desteklemekle kalmamakta, aynı zamanda öğretmenlere öğrencilerin akademik performansını izleme, öğrenme güçlüklerini erken aşamada belirleme ve öğretim stratejilerini buna göre düzenleme konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Yapay zekâ destekli eğitim uygulamaları, öğrencilerin öğrenme sonuçlarını ve öğrenci katılımı artırabilir, etkili öğretimi destekleyebilir ve kapsayıcı öğrenme ortamlarını teşvik edebilir (Yuan vd., 2025). Bu yönüyle eğitimde yapay zekâ, öğretim süreçlerinin daha etkili, esnek ve bireyselleştirilmiş biçimde tasarlanmasına katkı sağlayan önemli bir dijital dönüşüm bileşeni olarak değerlendirilmektedir.

4.3. Eğitimde Kullanılan Yapay Zekâ Araçları

Eğitim öğretim sürecinde pek çok yapay zekâ aracından faydaniılmaktadır. Eğitimde kullanılan yapay zekâ araçları genel olarak öğretim sürecini destekleyen uygulamalar, öğrenme çıktılarının değerlendirilmesine yönelik sistemler ve eğitim kurumlarında karar verme süreçlerini destekleyen analitik araçlar olmak üzere üç temel boyutta ele alınabilir (Şekil 3).



Şekil 3. Eğitimde Kullanılan Yapay Zekâ Araçları

Şekil 3'te yer alan sınıflandırma, eğitim ortamlarında yapay zekâ teknolojilerinin pedagojik, değerlendirme temelli ve yönetsel işlevlerini bütüncül bir çerçevede ortaya koymaktadır. Öğretim, ölçme ve değerlendirme, rehberlik ve yönetim süreçlerinde kullanılan yapay zekâ araçlarına aşağıda yer verilmektedir.

4.3.1. Öğretim Sürecinde Yapay Zekâ Araçları

Yapay zekâ teknolojileri öğretim sürecinde öğrencilerin öğrenme deneyimini desteklemek ve öğretim materyallerinin hazırlanmasını kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle büyük dil modelleri ve üretken yapay zekâ araçları öğretmenlerin ders planı hazırlamasına, içerik üretmesine ve öğrencilere anlık geri bildirim sağlamasına yardımcı olmaktadır (Kehoe, 2023; Tapalova vd., 2022). Yapay zekâ araçları, öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak, ders içeriğinin

bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanmasını sağlamaktadır (Ruiz-Rojas vd., 2023). Bu araçlar, eğitim ğretim sürecinde kapsayıcı ortamların oluşturulmasını sağlayarak öğretmenlerin sınıf yönetimi sürecini desteklemektedir (Zhang & Zhang, 2024). Aynı zamanda bu teknolojiler, ders içeriklerinin daha kısa sürede üretilmesini sağlarken, eğitim materyallerinin kalitesini de artırmaktadır (Shaffer vd., 2025). Ayrıca uyarlanabilir öğrenme platformları, ğretim kaynaklarını iyileştirerek, öğretmenlerin iş yükünü azaltarak ve öğrencilerin bireysel öğrenme hızına ve ihtiyaçlarına göre içerik sunarak kişiselleştirilmiş, etkili ve ilgi çekici öğrenme deneyimleri yaratabilmektedir (Menekse, 2023). Bu kapsamda sohbet robotları (rneğin; **ChatGPT**, **Google Gemini**), **Khanmigo** ve **Duolingo** gibi yapay zekâ destekli sistemler ğretim sürecinde kullanılan araçlara örnek olarak gösterilebilir. Bunun yanı sıra yapay zekâ destekli **MagicSchool** platformu, öğretmenlerin ayrıntılı ders planları oluşturmasına, öğrenme içeriği üretmesine ve ev devi ile değerlendirme soruları için fikirler sağlamasına destek olabilir (Kıryakova, 2024).

4.3.2. lme ve Değerlendirme Sürecinde Yapay Zekâ Araçları

Yapay zekâ uygulamaları öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi ve ğrenci performansının analiz edilmesi süreçlerinde de önemli rol oynamaktadır (Owan vd., 2023). Makine ğrenimi algoritmaları, özellikle de karar ağaçları, ğrenci performansını etkili bir şekilde izler ve riskleri belirler; bu da öğretmenlerin önleyici tedbirler almasına yardımcı olur (Khan vd., 2021). Bu sistemler büyük veri kümelerini analiz ederek öğrencilerin başarı düzeylerini, ilerlemelerini ve öğrenme güçlüklerini belirleyebilir. Otomatik sınav değerlendirme sistemleri ve öğrenme analitiği araçları öğretmenlerin lme ve değerlendirme süreçlerini daha hızlı ve veri temelli biçimde yürütmelerine olanak sağlamaktadır (Gardner vd., 2021). Yapay zekâ destekli sınav değerlendirme sistemi, el yazısı ile yazılmış cevap kağıtlarını otomatikleştirerek eğitim kurumları için değerlendirme sürecinde zamanı ve kaynakları etkili kullanmayı sağlarken, notlandırmada doğruluk oranını ve adaleti artırabilir (Agnihotri vd., 2025). Bu sistemler, öğrencilere otomatik geri bildirimle yardımcı olabilir (Vittorini vd., 2020). Bu kapsamda, **Questgen**, **Eduaide.AI** gibi uygulamalar metinlerden veya konu başlıklarından otomatik olarak test ve açık uçlu sorular oluşturmaya yararken; **Gradescope**, **Essay Grader.AI** gibi platformlar ğrenci ödevlerini ve sınavlarını değerlendirerek öğretmenlerin iş yükünü hafifleten puanlama ve geri bildirim araçlarından. Bunun yanı sıra interaktif ve oyunlaştırılmış değerlendirme araçlarından **Kahoot** ve mevcut web içeriklerini veya dokümanları hızlıca

interaktif testlere dönüştüren **Brisk Teaching**, öğretmenlerin öğrenci ihtiyaçlarına uygun olan değerlendirme soruları oluşturmalarını sağlayabilir.

4.3.3. Rehberlik ve Yönetim Süreçlerinde Yapay Zekâ Araçları

Yapay zekâ teknolojileri yalnızca öğretim ve değerlendirme süreçlerinde değil, aynı zamanda eğitim kurumlarının yönetim ve öğrenci destek hizmetlerinde de kullanılmaktadır. Eğitimde yapay zekâ, öğrenci öğrenimini artırır, öğretmenlerin iş yükünü azaltır ve çeşitli idari görevlerde yardımcı olur, böylece öğretmenlerin öğretmeye ve öğrencilere rehberlik etmeye daha fazla odaklanmasını sağlar (Ahmad vd., 2022). Yapay zekâ teknolojileri, okul yöneticilerinin idari karar alma süreçlerine yardımcı olabilir, okul yönetim sürecinde rehberlik edebilir, böylece okuldaki idari verimliliği sürdürmeyi sağlayabilir (Dai vd., 2024; Siminto vd., 2023). Aynı zamanda okuldaki kaynak tahsisini optimize ederek eğitim kalitesini artırabilir (Olanike vd., 2024). Ayrıca okullarda veri analizi ve tahmin modelleri aracılığıyla öğrencilerin akademik performansı, devamsızlık durumları veya öğrenme riskleri erken aşamada belirlenebilir. Yüz tanıma ve makine öğrenimi kullanan yapay zekâ tabanlı öğrenci izleme sistemleri, öğrencinin okula devamını etkili bir şekilde izleyerek hesap verebilirliği ve akademik başarıyı teşvik ederken, eğitimcilerin işini kolaylaştırabilir (Narkhede vd., 2023). Bu sistemler, öğrencilerin notlarını, devam durumlarını, okuldan ayrılma durumlarını belirleyerek okul yönetimine önemli katkılar sunabilir (Shoaib vd., 2024). Bu sayede öğretmenler ve yöneticiler risk altındaki öğrenciler için erken müdahale stratejileri geliştirebilir ve eğitim süreçlerini daha etkili biçimde planlayabilir. Dolayısıyla eğitimde yapay zekâ tabanlı yenilikler, öğretim, öğrenme ve okul işlevlerini geliştirerek okul liderliği ve yönetimini önemli ölçüde dönüştürebilir (Karakose & Tulubaş, 2024). Bu kapsamda okul liderleri için özel olarak tasarlanan **SLT AI**, devamsızlık iyileştirme planları, davranış log yazıcıları ve bütçe/teklif yazımı gibi idari görevleri otomatikleştiren bir uygulama olarak örnek verilebilir. Bunun yanı sıra **TeachMate AI**, okul yöneticileri için rutin idari yükü azaltmak ve stratejik karar alma süreçlerini desteklemek amacıyla özel bir “Liderlik Paketi” (*Leadership Suite*) içermektedir.

4.4. Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamalarına İlişkin Örnekler

Yapay zekâ teknolojileri farklı disiplinlerde ve öğrenme alanlarında çeşitli pedagojik amaçlarla kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, öğrenme süreçlerini kişiselleştirme, öğrenci performansını analiz etme ve öğretim materyallerini geliştirme gibi işlevler aracılığıyla eğitim uygulamalarına entegre edilmektedir. Özellikle fen ve matematik eğitimi,

yabancı dil öğretimi ve yazma becerilerinin geliştirilmesi gibi alanlarda yapay zekâ destekli uygulamaların yaygınlaştığı görülmektedir. Aşağıda bu alanlara ilişkin bazı örnekler sunulmuştur.

4.4.1. STEM Eğitiminde Yapay Zekâ Uygulamaları

STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitiminde yapay zekâ destekli öğrenme sistemleri öğrencilerin problem çözme süreçlerini desteklemek amacıyla kullanılmaktadır. Yapay zekâ teknolojileri, öğretim yöntemlerini, müfredat tasarımını, öğrenci katılımını, değerlendirme uygulamalarını ve kurumsal stratejileri etkileyerek STEM eğitiminin daha etkili olmasını sağlamaktadır (Nagaraj vd., 2023). Derin öğrenme ve doğal dil işleme kullanan uyarlanabilir akıllı öğretim sistemleri, STEM disiplinlerinde öğrenme hassasiyetini ve öğrenci memnuniyetini önemli ölçüde artırabilir (Villegas vd., 2025). Bu sayede, öğrenme sonuçlarını iyileştirir, öğrenme ortamını geliştirir ve akademik performansı tahmin eder (Almasri, 2024). Özellikle uyarlanabilir öğrenme platformları öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına ve bilgi düzeylerine göre içerik sunarak öğrenme sürecini kişiselleştirmektedir. Bu tür sistemler öğrencilere uygun geri bildirimler sağlayabilmektedir. Artırılmış gerçeklik ve doğal dil işleme, STEM eğitiminde yaygın olarak ortaya çıkan teknolojilerdir ve öğrencilere kavramsal anlayış ve epistemik uygulamalar geliştirmede yardımcı olur (Chng vd., 2023). Bu bağlamda, akıllı öğretim sistemleri (*intelligent tutoring systems, ITS*) öğrencilerin etkileşimli akademik ortamlarda ödevleri tamamlayarak yeteneklerini geliştirmelerine olanak tanır (Xu & Fan, 2022). ITS, bireysel hataları analiz edip anında geri bildirim ve adım adım rehberlik sağlar; matematik, fizik, programlama gibi alanlarda başarıyı gözle görülür düzeyde artırır (Nagaraj vd., 2023; Villegas vd., 2025). Bu sistemlerin yanı sıra, makine öğrenmesiyle başarı tahmini, kavram güçlüklerinin belirlenmesi ve kişiye özel içerik önerisi yapılabilir (Kotsis, 2025; Leon vd., 2025). Ayrıca K-12 eğitimlerinde, özellikle matematik ve fen dersleri için öğrenci düzeyine göre içerik, hız ve görev uyarlayan yapay zekâ araçları yaygın olarak kullanılmaktadır (Almasri, 2024; Memari & Ruggles, 2025).

STEM eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçları; simülasyonlardan kişiselleştirilmiş öğrenme platformlarına, robotikten gelişmiş hesaplama motorlarına kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Örneğin, **PhET Interactive Simulations**, fizik, kimya ve matematik konularında etkileşimli deney simülasyonları sunarak öğrencilerin teorik bilgileri pratiğe dökmesine yardımcı olan bir etkileşimli simülasyon ve tasarım araçlarındandır. Bunun yanı sıra, 3D tasarım ve elektrik devre tasarımları için **Tinkercad** ve matematik eğitiminde geometri, cebir ve grafikleme için **GeoGebra**

araçları da kullanılabilir. Karmaşık matematiksel hesaplamalar ve veri analizi için kullanılan “hesaplamalı zekâ” motoru olan **Wolfram|Alpha**, öğrencilerin teorik bilgileri gerçek dünya projelerine dönüştürmelerini sağlayan **Arduino** da STEM eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçlarına örnektir.

4.4.2. Yabancı Dil Öğretiminde Yapay Zekâ Uygulamaları

Yabancı dil öğretiminde yapay zekâ, öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak becerilerini geliştirir, dil edinimini hızlandırır, telaffuz ve grameri iyileştirir ve dil öğrenimini daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirir (Kadhim, 2025). Dil eğitiminde yapay zekâ, esas olarak yazma, okuma ve kelime dağarcığı edinimine yardımcı olur (Liang vd., 2021). Yapay zekâ tabanlı dil öğrenme uygulamaları öğrencilerin telaffuzlarını analiz edebilmekte, dil bilgisi hatalarını belirleyebilmekte ve bireyselleştirilmiş öğrenme etkinlikleri sunabilmektedir. Yapay zekâ araçları, konuşma teknolojisi, sohbet botları ve makine çevirisi gibi, eğitimde yenilikçi dil öğrenme deneyimlerini etkileşimli katılım, ilerleme takibi ve kişiselleştirilmiş rehberlik sağlayarak geliştirir (Williams-Onyeji, 2025). Yapay zekâ araçlarını yabancı dil öğretimine entegre etmek, ders içeriğini kişiselleştirebilir ve iletişim becerilerinin gelişimini destekleyerek daha dinamik ve öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı oluşturabilir (Yeh, 2024). Yapay zekâ destekli araçlar, öğretmenler ve öğrenciler için İngilizce akademik yazma becerilerini olumlu yönde etkileyebilir; uyum, tutarlılık, sözcük dağarcığı, dil bilgisi çeşitliliği ve doğruluğu geliştirebilir (Tran, 2024).

Yabancı dil öğretiminde en yaygın yapay zekâ araçları, yazma/konuşma geri bildirimi veren değerlendirme sistemleri, akıllı öğretim sistemleri, sohbet botları, çeviri ve uyarlanabilir öğrenme platformlarıdır. Yabancı dil öğreniminde akıllı öğretim sistemleri; öğrencinin hızına, hatalarına ve ilgi alanlarına göre müfredatı anlık olarak şekillendiren “kişiselleştirilmiş öğretmen” rolü üstlenir. Bu kapsamda **Duolingo**, **Babbel**, **Memrise** gibi platformlar yabancı dilde kelime, dil bilgisi, akıcılığın sağlanması amacıyla kullanılabilir. Konuşma akıcılığı ve telaffuz için **ELSA Speak** ve **Rosetta Stone** araçları ses tanıma teknolojisiyle konuşma pratiğini merkeze alır ve kullanıcıyı hata yaptığı noktalarda sürekli yönlendirir. Yabancı dil öğreniminde kullanılan **LanguaTalk (Langua)** ve **Loora** ise yapay zekâ sohbet partnerleri olup öğrencilerin konuşma pratiği yapmasını sağlar. Bunun yanı sıra **ChatGPT**, **Google Gemini** ve **Microsoft Copilot** gibi sohbet robotlarıyla konuşma pratiği yapabilmek mümkündür. Son olarak, yazma ve gramer konusunda **Grammarly** ve **Quillbot** gibi araçlar yabancı dil metin yazmada ve düzenlemede faydalı olabilir.

4.4.3. Yazma Becerilerinin Geliştirilmesinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Üretken yapay zekâ sistemleri öğrencilerin yazma becerilerini geliştirmek amacıyla taslak oluşturma, metin düzenleme ve geri bildirim sağlama gibi işlevler sunmaktadır. Özellikle büyük dil modelleri öğrencilerin fikir üretme, metin geliştirme ve dil kullanımını iyileştirme süreçlerinde destek sağlayabilmektedir. Yapay zekâ destekli yazma araçları, öğrencilerin yazma becerilerini, öz-yeterliklerini ve akademik dürüstlük anlayışlarını geliştirerek akademik yazımı olumlu yönde etkiler, ancak insan yaratıcılığı ve eleştirel düşüncenin korunması için dengeyi sağlamak gerekir (Malik vd., 2023). Yapay zekâ, gerçek zamanlı kelime dağarcığı, alternatif kelime seçenekleri ve anında dil bilgisi düzeltmeleri sağlayarak öğrencilerin yazma becerilerini önemli ölçüde geliştirir; bu da kelime çeşitliliğini artırır, dil bilgisi doğruluğunu yükseltir ve yazma güvenini artırır (Krajka & Olszak, 2024; Syafei & Nuraeningsih, 2025).

Öğrencilerin yazma becerilerini geliştirmek için kullanılabilecek çeşitli yapay zekâ uygulamaları bulunmaktadır. Örneğin; **Grammarly**, dil bilgisi, noktalama ve yazım yanlışlarını tespit eder; metnin tonu ve netliği hakkında önerilerde bulunur. **Hemingway Editor** ve **DeepL Write** ise yazım hatalarını düzeltir ve metnin daha akıcı olması için önerilerde bulunur. Metin yapılandırma ve yeniden ifade etmede (paraphrasing) **QuillBot** ve **Wordtune** araçları kullanılabilir. İçerik üretimi ve fikir geliştirme aşamasında ise yazma asistanları olarak **ChatGPT**, **Copy.ai** ve **Writesonic** gibi araçlardan faydalanmak mümkündür. Akademik yazım sırasında ise makale yazımı ve kaynakça yönetimi için **Jenni AI** ve **Elicit** araçları kullanılabilir. Son olarak yaratıcı ve görsel destekli metin hazırlamada **Canva** öğrencilere ve araştırmacılara yardımcı olabilir.

Yapay zekâ teknolojileri eğitimin birçok alanında kullanılmaktadır. Yukarıda sözü edilen bu örnekler, yapay zekâ teknolojilerinin farklı disiplinlerde çeşitli pedagojik amaçlarla kullanılabildiğini göstermektedir. Bu teknolojilerin eğitim ortamlarına entegrasyonu sağladığı fırsatlarının yanı sıra etik ve pedagojik tartışmaları da beraberinde getirmektedir.

4.5. Eğitimde Yapay Zekânın Fırsatları ve Sınırlılıkları

Eğitimde yapay zekâ uygulamaları, öğrenme süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahip önemli fırsatlar sunarken aynı zamanda çeşitli sınırlılıkları ve riskleri de beraberinde getirmektedir. Eğitimde yapay zekâ, verimliliği artırarak, öğrenci devamlılığını teşvik ederek ve müfredat kişiselleştirmesini geliştirerek yönetim, öğretim ve öğrenmeyi

önemli ölçüde iyileştirmektedir (Chen vd., 2020). Yapay zekâ destekli sistemler, öğrencilerin öğrenme hızına ve ihtiyaçlarına göre uyarlanabilen kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturabilmekte, öğrenme analitiği yoluyla öğrencilerin performansına ilişkin ayrıntılı geri bildirimler sağlayabilmektedir (Tapalova vd., 2022; Saleem vd., 2025; Yaseen vd. 2025). Ayrıca öğretmenlerin değerlendirme, içerik üretimi ve öğrenme sürecini izleme gibi görevlerini destekleyebilmektedir (Huang vd., 2021; Mittal vd., 2024). Eğitimde yapay zekâ entegrasyonu, öğrenme sonuçlarını iyileştirir, öğrenme ortamını geliştirir ve akademik performansı tahmin eder (Almasri, 2024). Bu araçların kullanımı okullarda idari iş yükünü azaltmaktadır (Onesi-Ozigagun vd., 2024). Bu yönüyle yapay zekâ, öğretim süreçlerinin daha veri temelli, esnek ve öğrenci merkezli biçimde tasarlanmasına katkı sunmaktadır.

Eğitimde yapay zekâ kullanımının bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Özellikle veri gizliliği ve etik sorunlar, algoritmik önyargı riski, teknolojik altyapı eşitsizlikleri ve öğretmenlerin mesleki rollerinin dönüşümü gibi konular alanyazında önemli tartışma başlıkları arasında yer almaktadır. Yapay zekâ araçlarıyla geniş ölçekli öğrenci verilerinin toplanması, veri ihlali ve verilerin kötüye kullanımı riskini taşımaktadır. Bu kapsamda mahremiyet ve veri gizliliği gibi etik konular gündeme gelmektedir. Ayrıca önyargılı veriler, dezavantajlı gruplara karşı ayrımcı kararlar (yerleştirme, not, müdahale) üretilmesine neden olabilir (Alzahrani, 2024; Dimitriadou & Lanitis, 2023; Eden vd., 2024). Eğitimde yapay zekâ, değerlendirme doğruluğunu artırabilir ve öğrenme deneyimlerini kişiselleştirebilir, ancak aynı zamanda önyargılar, gizlilik ihlali ve eğitimciler için iş kaybı gibi zorlukları da ortaya çıkarabilir (Laverde vd., 2025). Ayrıca yapay zekâ sistemlerinin pedagojik bağlamı her zaman yeterince dikkate alınması ve öğrenme süreçlerinin aşırı veri odaklı hâle gelmesi, eğitimin insani ve sosyal boyutunun zayıflaması riskini de beraberinde getirmektedir. Hazır cevap ve yol gösteren sistemlere aşırı bağımlılık, öğrencinin bağımsız problem çözme ve yaratıcı üretimini sınırlayabilir (Alzahrani, 2024; Jose & Jose, 2024). Benzer şekilde yoğun yapay zekâ kullanımı, öğretmen-öğrenci ilişkisini ve sosyal gelişimi zayıflatır (Akgun & Greenhow, 2021; Alzahrani, 2024). Bu nedenle eğitimde yapay zekânın etkili biçimde kullanılabilmesi, teknolojik yeniliklerin pedagojik ilkeler, etik standartlar ve eğitimde eşitlik perspektifi ile dengeli biçimde bütünleştirilmesini gerektirmektedir.

5. Öğretmenlerin Yapay Zekâya Yönelik Tutumları ve Mesleki Dönüşüm

Öğretmenlerin yapay zekâya yönelik tutumları, bu teknolojilerin eğitim ortamlarında benimsenmesi ve etkili biçimde kullanılması açısından belirleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Literatürde, öğretmen tutumlarının yapay zekâ kullanımına ilişkin tutumlarının genellikle algılanan fayda, kullanım kolaylığı, mesleki yeterlik algısı ve teknolojik öz-yeterlik gibi değişkenler üzerinden şekillendiği görülmektedir (Duan & Zhao, 2024; Yeşilbaş Özenç & Başaran, 2025; Zhang vd., 2023). Bu bağlamda, yapay zekânın öğretim süreçlerini destekleyici bir araç olarak görülmesi, öğretmenlerin bu teknolojilere yönelik olumlu tutum geliştirmelerini kolaylaştırırken; ön yargılar, kontrol kaybı, mesleki rolün değersizleşmesi, işini kaybetme korkusu veya etik kaygılar gibi unsurlar olumsuz tutumların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Alwaqdani, 2024; Sütçü & Sütçü, 2023; Uygun, 2024; Velandar vd., 2023). Ayrıca yapay zekâ konusunda yeterince bilgiye sahip olunmaması da öğretmenlerin algılarını etkilemektedir. Öğretmenlerin yapay zekâ konusundaki bilgi eksikliği, yapay zekanın eğitim alanındaki potansiyeline ilişkin farkındalıklarının sınırlayabilir ve yapay zekâ teknolojilerinin öğretmenlik kariyerlerine entegrasyonu karşısında önemli bir engel oluşturabilir (Yetişensoy, 2024). Buna karşın yapay zekâ konusunda bilgi sahibi öğretmenler, yapay zekâyı bir tehdit olarak görmez, yapay zekâ destekli yeniliklere açık olur ve yüksek düzeyde iş tatmini gösterirler (Wang vd., 2023). Literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğu, öğretmenlerin dijitalleşmeye ve dijital teknolojilerin derse entegrasyonuna genel olarak olumlu yaklaştığını göstermektedir. Birçok ülkede öğretmenler dijital araçların öğretimi zenginleştirdiği, öğrencilerin motivasyonunu ve etkileşimini artırdığı görüşündedir (Akram vd., 2022; Alberola-Mulet vd., 2021; Althubiani, 2024; Bui, 2022; Lu vd., 2025). Dolayısıyla öğretmenlerin yapay zekâyı nasıl anlamlandırdıkları, yalnızca bireysel tercihleri değil, aynı zamanda eğitimde teknoloji entegrasyonunun başarısını da doğrudan etkilemektedir.

Yapay zekâya yönelik tutumlar, öğretmenlerin mesleki kimlikleri ve rollerinde meydana gelen dönüşümle yakından ilişkilidir. Geleneksel öğretmen rolü bilgi aktarıcı bir yapı üzerine kuruluyken, yapay zekâ destekli öğrenme ortamlarında öğretmenler daha çok rehberlik eden, öğrenmeyi kolaylaştıran ve öğrencilerin bireysel öğrenme yollarını destekleyen bir role evrilmektedir (Celik vd., 2022). Yapılan çalışmalar hem hizmet içi hem de hizmet öncesi dönemde öğretmenlerin dijital dönüşümü mesleki rollerinin doğal bir parçası olarak gördüklerini ve genellikle teknolojiyi kullanmaya istekli olduklarını

ortaya koymaktadır (Lu vd., 2025; Moradi, 2025; Peretti vd., 2024). Ancak bu olumlu tutum her zaman yüksek düzeyde entegrasyona dönüşmemekte; dijital araçlar çoğunlukla öğretmen merkezli, “destekleyici” amaçlarla kullanılmaktadır (Abedi vd., 2023; Bui, 2022).

Dijitalleşme ve yapay zekâ teknolojilerinin kullanımıyla yaşanan dönüşüm, öğretmenlerden yalnızca pedagojik bilgi değil, aynı zamanda veri okuryazarlığı ve yapay zekâ okuryazarlığı gibi yeni yetkinlikler talep etmektedir (Çayak, 2024; Kim, 2023). Bu nedenle öğretmenlerin yapay zekâya yönelik tutumları, onların bu yeni rol ve sorumlulukları benimseme düzeylerini de yansıtan önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca yapay zekanın karar alma süreçlerini ve faydalarını açıklayan mesleki gelişim stratejileri, öğretmenlerin yapay zekâ eğitim teknolojilerini sınıflarında kullanmaya olan güvenini ve istekliliğini artırabilir (Nazaretsky vd., 2022). Bunun yanı sıra, öğretmenlerin yapay zekâ eğitimine hazırlık durumunu daha iyi anlamak ve ilgili öğretmen eğitim programlarını etkin bir şekilde geliştirmek için öğretmenlerin teknolojik-pedagojik-içerik bilgisi (TPACK) hazırlığı ile yapay zekâ öğretime yönelik tutumlarının belirlenmesi gerekmektedir. Yue ve diğerleri (2024) araştırmasında, öğretmenlerin yapay zekâ ile ilgili içerik ve teknolojik bilgisinin yetersiz olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla öğretmenleri bu konuda bilgilendirmek önemlidir.

Öğretmenlerin yapay zekâya ilişkin tutumları bağlamsal faktörlerden de etkilenmektedir. Kurumsal destek, mesleki gelişim fırsatları, okulun teknolojik altyapısı ve eğitim politikaları, öğretmenlerin bu teknolojilere yönelik algılarını ve kullanım pratiklerini şekillendiren temel unsurlar arasında yer almaktadır (Aghaziarati vd., 2023; Akram vd., 2022; Velander vd., 2023). Okul düzeyinde kurumsal politika ve idari düzenlemeler, öğretmenlerin yapay zekâ kullanma olasılığını doğrudan artırabilir. Yapılan çalışmalara göre, yapay zekâyı destekleyen okul politikası, meslektaş kullanımı ve yönetim desteği yapay zekanın benimsenmesini anlamlı biçimde artırmaktadır (Bakhadirov vd., 2024; Duan & Zhao, 2024; Wu vd., 2024). Bu bağlamda eğitimde politika yapımcılarının okullara gerekli kaynakları tahsis ederek, yapay zekâ kullanımı konusunda personel eğitimi düzenleyerek yapay zekâ kullanımını müfredata entegre etmeleri önemlidir (Olaseni, 2020). Yapay zekâ, müfredata kademeli, amaçlı ve etik kurallar çerçevesinde uyarlanmalıdır. Alanyazındaki araştırmalar, yapay zekanın öğretim programlarına entegre edilmesinin gelecekte kariyer planlamasında öğrencilere kritik beceriler kazandırabileceğini ortaya koymaktadır (Abbasi vd., 2024; Krive vd., 2023; Slimi, 2023). Özellikle hizmet içi eğitimler ve uygulamaya dönük destek

mekanizmaları, öğretmenlerin yapay zekâyı pedagojik amaçlarla etkili biçimde kullanmalarını kolaylaştırmakta ve olumlu tutum geliştirmelerini desteklemektedir (Pongsaki vd., 2021; Pozo-Rico vd., 2020). Aksi durumda, yeterli destekten yoksun öğretmenlerde teknolojiye karşı direnç, kaygı ve mesleki belirsizlik duyguları artabilir. Yoğun ve uygulamalı teknoloji eğitimi, öğretmenlerde teknoloji direncini ve yaşanan kaygıyı azaltabilir. Sistematik, uygulama ağırlıklı hizmet içi eğitimler teknoloji kaygısını ve teknostresi (yeni teknolojilere uyum sağlama güçlüğünden kaynaklanan stres) azaltabilir, öğretmenlerin tutumlarını olumluya çevirebilir (Almutairi, 2025; Fernández-Batanero vd., 2021; Galindo vd., 2025). Ayrıca öğretmenlerde dijital okuryazarlığı ve öğretim programında teknolojik-pedagojik içerik bilgisini artırmak, yönetici ve meslektaş desteğini sağlamak öğretmenlerin teknolojik öz yeterliğini yükselterek teknostresi düşürebilir (Dong vd., 2019; Fathali vd., 2024).

Son olarak, yapay zekânın eğitimde yaygınlaşması öğretmenlik mesleğinin doğasına ilişkin tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bu tartışmalar, yapay zekânın eğitim öğretim sürecinde öğretmenin yerini alıp almayacağı sorusundan ziyade, öğretmenliğin nasıl yeniden tanımlanacağı üzerinde yoğunlaşmaktadır. Güncel yaklaşımlar, yapay zekânın öğretmeni ikame eden bir unsurdan çok, öğretmenin karar verme süreçlerini destekleyen ve öğretim süreçlerini zenginleştiren bir araç olarak konumlandırılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu çerçevede, öğretmenlerin yapay zekâyâ yönelik tutumlarının geliştirilmesi, yalnızca bireysel bir uyum süreci değil, aynı zamanda eğitim sistemlerinin dönüşümünü mümkün kılan stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

6. Sonuç

Bu bölümde dijitalleşme, dijital dönüşüm ve yapay zekâ kavramları eğitim bağlamında bütüncül bir perspektifle ele alınmış; bu dönüşümün öğretim süreçleri, öğrenme ortamları ve öğretmenlik mesleği üzerindeki etkileri çok boyutlu olarak incelenmiştir. Dijitalleşmenin yalnızca teknik bir değişim değil, sosyal, pedagojik ve kurumsal yapıları yeniden şekillendiren kapsamlı bir dönüşüm süreci olduğu; dijital dönüşümün ise bu sürecin daha derin ve yapısal bir boyutunu ifade ettiği ortaya konulmuştur. Bu bağlamda eğitimde dijitalleşme, öğrenme ortamlarından ölçme ve değerlendirme süreçlerine, veri temelli karar mekanizmalarından kurumsal yapılara kadar uzanan geniş bir etki alanına sahiptir.

Yapay zekâ teknolojilerinin eğitim ortamlarına entegrasyonu, öğrenmenin kişiselleştirilmesi, öğretim süreçlerinin desteklenmesi ve karar verme mekanizmalarının güçlendirilmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte veri gizliliği, etik kullanım, algoritmik önyargı ve dijital eşitsizlik gibi önemli sınırlılıklar da bu sürecin dikkatle ele alınması gereken boyutlarıdır. Yaşanan dijital dönüşüm süreci, eğitim alanında birçok yapıyı etkilediği gibi öğretmenlik mesleğinin yeniden tanımlanmasını da kaçınılmaz kılmaktadır. Dijitalleşme ve yapay zekâ ile birlikte öğretmen, bilgi aktarıcı rolünden uzaklaşarak öğrenme sürecini tasarlayan, bu süreci yöneten ve sürekli olarak geliştiren bir öğrenme rehberi hâline gelmektedir. Bu yeni rolde öğretmen; dijital pedagojik yeterliklere sahip, veri okuryazarı, eleştirel düşünebilen ve teknolojiyi pedagojik amaçlarla bütünleştirebilen bir eğitimci olarak konumlanmaktadır. Dolayısıyla öğretmenin rolündeki dönüşüm, yalnızca bireysel yeterlikler düzeyinde değil, aynı zamanda mesleki kimlik ve öğretmen yetiştirme yaklaşımları açısından da yeniden düşünülmesini gerektirmektedir.

Bu doğrultuda eğitimde sürdürülebilir ve etkili bir dijital dönüşüm için bazı temel öneriler öne çıkmaktadır. Öncelikle öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerini geliştirmeye yönelik sürekli ve uygulamaya dayalı mesleki gelişim programlarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte yapay zekâ ve veri temelli uygulamaların etik kullanımına ilişkin açık politika ve rehberlerin oluşturulması önem taşımaktadır. Eğitim kurumlarında teknoloji entegrasyonunun yalnızca altyapı yatırımlarıyla sınırlı kalmaması; pedagojik tasarım, liderlik ve kurumsal kültür ile bütünleşik biçimde ele alınması gerekmektedir. Ayrıca dijitalleşme sürecinde eşitlik ve eğitime erişim konularının gözetilmesi, tüm öğrenciler için kapsayıcı öğrenme ortamlarının oluşturulması açısından kritik bir önceliktir.

Sonuç olarak dijitalleşme ve yapay zekâ, eğitim sistemlerini dönüştüren önemli bir itici güç olmakla birlikte, bu dönüşümün niteliğini belirleyen temel unsur öğretmenin rolüdür. Teknolojinin eğitimde anlamlı ve sürdürülebilir bir dönüşüm yaratabilmesi, öğretmenlerin bu sürecin merkezinde yer alması ve pedagojik kararların belirleyici olması ile mümkündür. Bu bağlamda geleceğin eğitim sistemleri, teknolojiyi merkeze alan değil; teknolojiyi pedagojik amaçlarla anlamlı biçimde kullanan, öğretmeni güçlendiren ve öğrenci odaklı bir anlayış üzerine inşa edilmelidir.

Beyanlar

Finansman: Bu çalışma herhangi bir kurum tarafından finansal olarak desteklenmemiştir.

Çıkar Çatışması: Çalışma tek yazarlı olup çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Onayı: Bu kuramsal çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

Yazar Katkıları: Çalışmanın tümü yazar tarafından hazırlanmıştır.

Veri Erişilebilirliği: Çalışmada kullanılan eserlere kaynakça bölümünde yer verilmiştir.

Kaynakça

- Abbasi, B. N., Wu, Y. & Luo, Z. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence on curriculum development in global higher education institutions. *Education and Information Technologies*, 30, 547-581. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13113-z>
- Abedi, E. A., Prestridge, S. & Hodge, S. (2023). Teachers' beliefs about technology integration in Ghana: a qualitative study of teachers', headteachers' and education officials' perceptions. *Education and Information Technologies*, 29, 5857-5877. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12049-0>
- Abdykerimova, E., Turkmenbayev, A., Sagindykova, E., Nigmatova, G., & Mukhtarkyzy, K. (2025). Systematic review of digital tools' impact on primary and secondary education outcomes. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 15(3), 92-114. <https://doi.org/10.3991/ijep.v15i3.50511>.
- Aghaziarati, A., Nejatifar, S., & Abedi, A. (2023). Artificial intelligence in education: Investigating teacher attitudes. *AI and Tech in Behavioral and Social Sciences*, 1(1), 35-42. <https://doi.org/10.61838/kman.aitech.1.1.6>
- Agnihotri, N., Grandhi, H., Patil, D., & Kharade, S. (2025). AI-powered exam assessment system for handwritten answer sheets. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 10(3), 3094-3097. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/25mar1924>.

- Aguagallo, L., Salazar-Fierro, F., García-Santillán, J., Posso-Yépez, M., Landeta-López, P., & García-Santillán, I. (2023). Analysis of student performance applying data mining techniques in a virtual learning environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 18(11), 175-195. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i11.37309>.
- Ahmad, S. F., Alam, M. M., Rahmat, M., Mubarik, M. S., & Hyder, S. I. (2022). Academic and administrative role of artificial intelligence in education. *Sustainability*, 14(3), 2-11. <https://doi.org/10.3390/su14031101>.
- Akram, H., Abdelrady, A., Al-Adwan, A., & Ramzan, M. (2022). Teachers' perceptions of technology integration in teaching-learning practices: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 920317. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.920317>.
- Alberola-Mulet, I., Iglesias-Martínez, M., & Lozano-Cabezas, I. (2021). Teachers' beliefs about the role of digital educational resources in educational practice: A qualitative study. *Education Sciences*, 11(5), 239. <https://doi.org/10.3390/educsci11050239>.
- Ali, A. A. S., & Shandilya, V. K. (2021). AI-natural language processing (NLP). *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9(8), 135-140. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.37293>.
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2021). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *Ai and Ethics*, 2, 431-440. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>.
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54, 977-997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>.
- Almutairi, A. M. (2025). Strategies to mitigate anxiety, stress, pressure, and technological fatigue among teachers utilizing educational technology tools. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 9(1), 10589. <https://doi.org/10.24294/jipd10589>.
- Althubyani, A. R. (2024). Digital competence of teachers and the factors affecting their competence level: A nationwide mixed-methods study. *Sustainability*, 16(7), 2796. <https://doi.org/10.3390/su16072796>.

- Alwaqdani, M. (2024). Investigating teachers' perceptions of artificial intelligence tools in education: Potential and difficulties. *Education and Information Technologies*, 30, 2737-2755. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12903-9>.
- Alzahrani, A. M. (2024). Unveiling the shadows: Beyond the hype of AI in education. *Heliyon*, 10(9), e30696. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30696>.
- Bala, J., & Kaur, G. (2025). Artificial intelligence and natural language processing: Applications in tech industries. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 7(3), 1-7. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i03.49687>.
- Bakhadirov, M., Alasgarova, R., & Rzayev, J. (2024). Factors influencing teachers' use of artificial intelligence for instructional purposes. *IAFOR Journal of Education*, 12(2), 9-32. <https://doi.org/10.22492/ije.12.2.01>.
- Bates, A. W. (2019). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning*. BCcampus.
- Brennen, J. S., & Kreiss, D. (2016). Digitalization. In K.B. Jensen, R.T. Craig, J.D. Pooley, & E.W. Rothenbuhler (Eds.). *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy* (pp. 1–11). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118766804.wbiect111>
- Brugliera, P. (2024). The effectiveness of digital learning platforms in enhancing student engagement and academic performance. *Journal of Education, Humanities, and Social Research*, 1(1), 26-36. <https://doi.org/10.70088/xq3gy756>
- Bui, T. H. (2022). English teachers' integration of digital technologies in the classroom. *International Journal of Educational Research Open*, 3, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2022.100204>.
- Casas, P. (2025). Decoupling learning from time and space. towards the implementation of the ubiquitous class using industry 4.0 main levers. *Technology, Knowledge and Learning*, 1-37. <https://doi.org/10.1007/s10758-025-09845-7>.
- Castillo-Manzano, J., Castro-Nuño, M., López-Valpuesta, L., Sanz-Díaz, M., & Yñiguez, R. (2023). Evaluating the design of digital tools for the transition to an e-continuous assessment in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 36, 875-893. <https://doi.org/10.1007/s12528-023-09381-2>.

- Çayak, S. (2024). Investigating the relationship between teachers' attitudes toward artificial intelligence and their artificial intelligence literacy. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 7(4- ICETOL 2024 Special Issue), 367-383. <https://doi.org/10.31681/jetol.1490307>
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends*, 66, 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>.
- Chaudhari, K., Jangale, S., Talele, S., Chaudhari, R., & Patil, D. D. (2025). Examination systems through online evaluation tools. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET)*, 13(6), 2496-2500. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.72714>.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2988510>.
- Chen, Y., Wang, H., Yu, K., & Zhou, R. (2024). Artificial intelligence methods in natural language processing: A comprehensive review. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 85, 545-500. <https://doi.org/10.54097/vfwgas09>.
- Chen, J., Zhou, X., Yao, J., & Tang, S. (2025). Application of machine learning in higher education to predict students' performance, learning engagement and self-efficacy: A systematic literature review. *Asian Education and Development Studies*, 14(2), 205-240. <https://doi.org/10.1108/aeds-08-2024-0166>.
- Chng, E., Tan, A. L., & Tan, S. C. (2023). Examining the use of emerging technologies in schools: A review of artificial intelligence and immersive technologies in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 6, 385-407. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00092-y>.
- Dai, R., Thomas, M., & Rawolle, S. (2024). The roles of AI and educational leaders in AI-assisted administrative decision-making: a proposed framework for symbiotic collaboration. *The Australian Educational Researcher*, 52, 1471-1487. <https://doi.org/10.1007/s13384-024-00771-8>.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Palo Alto, CA: Learning Policy Institute.

- Deng, L. (2018). Artificial Intelligence in the Rising Wave of Deep Learning: The historical path and future outlook [Perspectives]. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(1), 180-177. <https://doi.org/10.1109/msp.2017.2762725>.
- Djibrán, A., Subiyanto, P., Wakhudin, W., & Rahayu, N. (2024). Transforming education in the digital age: How technology affects teaching and learning methods. *Journal of Pedagogi*, 1(3), 141-155. <https://doi.org/10.62872/ksq9jc13>.
- Dimitriadou, E., & Lanitis, A. (2023). A critical evaluation, challenges, and future perspectives of using artificial intelligence and emerging technologies in smart classrooms. *Smart Learning Environments*, 10(12), 2-16. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00231-3>
- Dong, Y., Xu, C., Chai, C., & Zhai, X. (2019). Exploring the structural relationship among teachers' technostress, technological pedagogical content knowledge (TPACK), computer self-efficacy and school support. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29, 147-157. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00461-5>.
- Dong, S., Wang, P., & Abbas, K. (2021). A survey on deep learning and its applications. *Computer Science Review*, 40, 100379. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100379>.
- Duan, H., & Zhao, W. (2024). The effects of educational artificial intelligence-powered applications on teachers' perceived autonomy, professional development for online teaching, and digital burnout. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 25(3), 57-76. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i3.7659>.
- Eden, C. A., Chisom, O. N., & Adeniyi, I. S. (2024). Integrating AI in education: Opportunities, challenges, and ethical considerations. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 6-13. <https://doi.org/10.30574/msarr.2024.10.2.0039>
- Fahd, K., Venkatraman, S., Miah, S., & Ahmed, K. (2021). Application of machine learning in higher education to assess student academic performance, at-risk, and attrition: A meta-analysis of literature. *Education and Information Technologies*, 27, 3743-3775. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10741-7>.

- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: The teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68, 2449-2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
- Fathali, S., Emadi, A., & Jebeli, S. (2024). Digital literacy and EFL teachers' anxiety with teaching online via a virtual classroom software. *The JALT CALL Journal*, 20(2), 1-21. <https://doi.org/10.29140/jaltcall.v20n2.1154>.
- Fernández-Batanero, J., Román-Graván, P., Reyes-Rebollo, M., & Montenegro-Rueda, M. (2021). Impact of educational technology on teacher stress and anxiety: A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 548. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020548>.
- Galindo, S., Espinoza, M., Jaramillo, G., Requena-Cando, M., Alvarado, N., & Pluas, C. (2025). Factors of resistance to the use of ICTs in higher education teachers. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 29, 39-49. <https://doi.org/10.47460/uct.v29ispecial.875>.
- Gardner, J., O'Leary, M., & Yuan, L. (2021). Artificial intelligence in educational assessment: 'Breakthrough? Or buncombe and ballyhoo?'. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1207-1216. <https://doi.org/10.1111/jcal.12577>.
- Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Adaptive learning using artificial intelligence in e-learning: A literature review. *Education Sciences*, 13(12), 1216. <https://doi.org/10.3390/educsci13121216>.
- Górriz, J., Álvarez-Illán, I., Álvarez-Marquina, A., Arco, J., Atzmueller, M., et al. (2023). Computational approaches to Explainable Artificial Intelligence: Advances in theory, applications and trends. *Information Fusion*, 100, 101945. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.101945>.
- Godin, V., & Terekhova, A. (2021). Digitalization of education: Models and methods. *International Journal of Technology*, 12(7), 1518-1528. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i7.5343>
- Gray, J., & Rumpe, B. (2015). Models for digitalization. *Software & Systems Modeling*, 14(4), 1319-1320. <https://doi.org/10.1007/s10270-015-0494-9>

- Gradillas, M., & Thomas, L. D. W. (2023). Distinguishing digitization and digitalization: A systematic review and conceptual framework. *Journal of Product Innovation Management*, 42(1), 112-143. <https://doi.org/10.1111/jpim.12690>.
- Hariato, J. E., Tahir, M., Palandi, E. H., & Armini, N. W. (2025). Transformation of online learning: Students' perspective on the impact of digital experience on academic engagement. *International Journal for Science Review*, 2(4), 173-182. <https://doi.org/10.71364/ijfsr.v2i4.40>.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Redesign.
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31, 685-695. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>.
- Javed, S., Fahad, I., Azhar, E., Syed, M., Ahmed, O., & Zafar, F. (2025). Bridging learning and technology: How digital platforms impact academic performance. *Journal for Social Science Archives*, 3(1), 724-743. <https://doi.org/10.59075/jssa.v3i1.154>.
- Jokhan, A., Chand, A., Singh, V., & Mamun, K. (2022). Increased digital resource consumption in higher educational institutions and the artificial intelligence role in informing decisions related to student performance. *Sustainability*, 14(4), 2377. <https://doi.org/10.3390/su14042377>
- Jose, J., & Jose, B. J. (2024). Educators' academic insights on artificial intelligence: Challenges and opportunities. *Electronic Journal of e-Learning*, 22(2), 59-77. <https://doi.org/10.34190/ejel.21.5.3272>.
- Kadhim, A. (2025). The role of artificial intelligence in teaching foreign languages: Enhancing and shaping students' skills. *Journal of the College of Basic Education*, 31(132), 22-39. <https://doi.org/10.35950/cbej.v31i132.13641>.
- Karakose, T., & Tulubaş, T. (2024). School leadership and management in the age of artificial intelligence (AI): Recent developments and future prospects. *Educational Process International Journal*, 13(1), 1-14. <https://doi.org/10.22521/edupij.2024.131.1>.

- Kehoe, F. (2023). Leveraging generative ai tools for enhanced lesson planning in initial teacher education at post primary. *Irish Journal of Technology Enhanced Learning*, 7(2), 172-182. <https://doi.org/10.22554/ijtel.v7i2.124>.
- Khan, I., Ahmad, A., Jabeur, N., & Mahdi, M. N. (2021). An artificial intelligence approach to monitor student performance and devise preventive measures. *Smart Learning Environments*, 8(17), 2-18. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00161-y>.
- Kim, J. (2023). Leading teachers' perspective on teacher-AI collaboration in education. *Education and Information Technologies*, 29, 8693-8724. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12109-5>.
- Kiryakova, G. (2024). Artificial intelligence as a supportive tool for teachers' activities. *International Conference on Virtual Learning*, 19, 385-396. <https://doi.org/10.58503/icvl-v19y202432>.
- Kotsis, K. (2025). From potential to practice: Rethinking STEM education through artificial intelligence. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 5(5), 613-617. <https://doi.org/10.62225/2583049x.2025.5.5.4972>.
- Krajka, J., & Olszak, I. (2024). Artificial intelligence tools in academic writing instruction: Exploring the potential of on-demand ai assistance in the writing process. *Roczniki Humanistyczne*, 72(6), 123-140. <https://doi.org/10.18290/rh247206.8>
- Krive, J., Isola, M., Chang, L., Patel, T., Anderson, M., & Sreedhar, R. (2023). Grounded in reality: Artificial intelligence in medical education. *JAMIA Open*, 6(2), ooad037. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooad037>.
- Kumari, S. (2025). Impact of technology on student learning outcomes: Examining digital tools, online platforms, and ai in modern education. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 7(1), 1-4. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i01.29499>.
- Lampropoulos, G., & Evangelidis, G. (2025). Learning analytics and educational data mining in augmented reality, virtual reality, and the metaverse: A systematic literature review, Content analysis, and bibliometric analysis. *Applied Sciences*, 15(2), 971. <https://doi.org/10.3390/app15020971>.

- Laurillard, D. (2012). *Teaching as a design science*. Routledge.
- Lauriola, I., Lavelli, A., & Aioli, F. (2021). An introduction to deep learning in natural language processing: Models, techniques, and tools. *Neurocomputing*, 470, 443-456. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2021.05.103>.
- Laverde, A., Álvarez, R., Álvarez, T., & Parra, S. (2025). The genie in a bottle: Potential and major risks of the use of artificial intelligence in education. *Journal of Posthumanism*, 5(7), 1609-1622. <https://doi.org/10.63332/joph.v5i7.2950>.
- Leon, C., Lipuma, J., & Oviedo-Torres, X. (2025). Artificial intelligence in STEM education: a transdisciplinary framework for engagement and innovation. *Frontiers in Education*, 10, 1619888. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1619888>.
- Liang, J. C., Hwang, G. J., Chen, M. R. A., & Darmawansah, D. (2023). Roles and research foci of artificial intelligence in language education: an integrated bibliographic analysis and systematic review approach. *Interactive Learning Environments*, 31(7), 4270-4296. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1958348>
- Liu, S., Li, J., Zhang, H., Li, Z., & Cheng, M. (2024). Development and implementation of digital pedagogical support systems in the context of educational equity. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, 1084. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03616-y>.
- López-Meneses, E., López-Catalán, L., Pelicano-Piris, N., & Mellado-Moreno, P. (2025). Artificial intelligence in educational data mining and human-in-the-loop machine learning and machine teaching: Analysis of scientific knowledge. *Applied Sciences*, 15(2), 772. <https://doi.org/10.3390/app15020772>.
- Lu, C., Lee, J., & Gu, M. (2025). Integrating digital technologies into teaching: A study on pre-service language teachers' perceptions and practice. *Education and Information Technologies*, 30, 19537-19557. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13511-x>.
- Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J., & Van Der Schaar, M. (2021). Personalized education in the artificial intelligence era: What to expect next. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3), 37-50. <https://doi.org/10.1109/msp.2021.3055032>.

- Malik, A., Pratiwi, Y., Andajani, K., Numertayasa, I., Suharti, S., et al. (2023). Exploring artificial intelligence in academic essay: Higher education student's perspective. *International Journal of Educational Research Open*, 5, 100296. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100296>.
- Manaff, N., & Azahari, M. (2024). Digital technology's effect on teaching and learning. *International Journal of Research in Education Humanities and Commerce*, 5(2), 129-135. <https://doi.org/10.37602/ijrehc.2024.5211>.
- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2016). What does it mean for teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and dispositions. *Teaching and Teacher Education*, 60, 366-376. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.011>
- Memari, M., & Ruggles, K. (2025). Artificial intelligence in elementary STEM education: A systematic review of current applications and future challenges. *ArXiv*, abs/2511.00105. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2511.00105>.
- Menekse, M. (2023). Envisioning the future of learning and teaching engineering in the artificial intelligence era: Opportunities and challenges. *Journal of Engineering Education*, 112(3), 578-582. <https://doi.org/10.1002/jee.20539>.
- Mian, S., Khan, M., Shawez, M., & Kaur, A. (2024). Artificial intelligence (AI), machine learning (ML) & deep learning (DL): A comprehensive overview on techniques, applications and research directions. *2024 2nd International Conference on Sustainable Computing and Smart Systems (ICSCSS)*, Coimbatore, India, 1404-1409. <https://doi.org/10.1109/icscss60660.2024.10625198>.
- Minarto, A., Muhajir, M., & Hatip, A. (2025). Pedagogical transformation in the technological era: A qualitative study of digital education practices in Indonesian senior high schools. *Journal of Social Work and Science Education*, 6(1), 358-367. <https://doi.org/10.52690/jswse.v6i1.1108>.
- Minn, S. (2022). AI-assisted knowledge assessment techniques for adaptive learning environments. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100050. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100050>.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

- Moradi, H. (2025). The role of language teachers' perceptions and attitudes in ICT integration in higher education EFL classes in China. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(208), 1-12. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04524-5>.
- Morandín-Ahuerma, F. (2022). What is artificial intelligence? *International Journal of Research Publication and Reviews*, 3(12), 1947-1951. <https://doi.org/10.55248/gengpi.2022.31261>.
- Nagaraj, B. K., Kalaivani, A., Begum, S. R., Akila, S., Sachdev, H. K. et al., (2023). The emerging role of artificial intelligence in STEM higher education: A critical review. *International Research Journal of Multidisciplinary Technovation*, 5(5), 1-19. <https://doi.org/10.54392/irjmt2351>.
- Narkhede, N., Menon, A., Mathane, I., Nikam, S., & Dange, S. (2023). Facial recognition and machine learning-based student attendance monitoring system. *2023 3rd International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Hubli, India, 1-7*. <https://doi.org/10.1109/conit59222.2023.10205631>
- Naseer, F., Khan, M., Tahir, M., Addas, A., & Aejaaz, S. (2024). Integrating deep learning techniques for personalized learning pathways in higher education. *Heliyon*, 10(11), e32628. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32628>
- Navaridas-Nalda, F., Emeterio, M., Ortiz, R., & Oliva, M. (2020). The strategic influence of school principal leadership in the digital transformation of schools. *Computers in Human Behavior*, 112, 106481. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106481>
- Nazaretsky, T., Ariely, M., Cukurova, M., & Alexandron, G. (2022). Teachers' trust in AI-powered educational technology and a professional development program to improve it. *British Journal of Educational Technology*, 53(4), 914-931. <https://doi.org/10.1111/bjet.13232>.
- Nurwahid, M., & Ashar, S. (2025). Redefining mathematics learning evaluation: From traditional assessment to technology-based holistic competency assessment. *LINEAR: Journal of Mathematics Education*, 6(2), 162-176. <https://doi.org/10.32332/kpnbgv73>
- Okoye, K., Hussein, H., Arrona-Palacios, A., Quintero, H., Ortega, L., et al. (2022). Impact of digital technologies upon teaching and learning in higher education in

- Latin America: An outlook on the reach, barriers, and bottlenecks. *Education and Information Technologies*, 28, 2291-2360. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11214-1>.
- Olanike, A. A., Animashaun, E. S., & Chiekezie, N. R. (2024). Integrating AI and technology in educational administration: Improving efficiency and educational quality. *Open Access Research Journal of Science and Technology*, 11(2), 116-127. <https://doi.org/10.53022/oarjst.2024.11.2.0102>
- Olaseni, V. M. (2020). Teachers' perception towards integration of artificial intelligence tutoring-based system in the school curriculum: A survey. *Educational Research*, 8(11B), 6263-72. <https://doi.org/10.38159/ehass.202451319>
- Onesi-Ozigagun, O., Ololade, Y., Eyo-Udo, N., & Ogundipe, D. (2024). Revolutionizing education through ai: A comprehensive review of enhancing learning experiences. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(4), 589-607. <https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i4.1011>.
- Owan, V., Abang, K., Idika, D., Etta, E., & Bassey, B. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(8), em2307. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13428>.
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>
- Peretti, S., Kubiato, M., Caruso, F., Di Mascio, T., Giancola, M., D'Amico, S., & Pino, M. (2024). #InstaMind: teachers' beliefs on educational technology to promote seamless technology integration in early education. *Frontiers in Education*, 9, 1399807. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1399807>.
- Pettersson, F. (2021). Understanding digitalization and educational change in school by means of activity theory and the levels of learning concept. *Education and Information Technologies*, 26, 187-204. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10239-8>.
- Pozo-Rico, T., Gilar-Corbí, R., Izquierdo, A., & Castejón, J. (2020). Teacher training can make a difference: Tools to overcome the impact of COVID-19 on primary schools. An experimental study. *International Journal of Environmental*

- Research and Public Health*, 17(22), 8633.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17228633>.
- Pusa, E., & Dinçer, S. (2025). A meta-synthesis study on the use of e-assessment tools in education. *SAGE Open*, 15(3), 1-18.
<https://doi.org/10.1177/21582440251360495>.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP*, 52, 173-178.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>
- Rachinger, M., Rauter, R., Müller, C., Vorraber, W., & Schirgi, E. (2019). Digitalization and its influence on business model innovation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(8), 1143-1160. <https://doi.org/10.1108/jmtm-01-2018-0020>.
- Ram, Y. (2025). The role of artificial intelligence in personalized learning. *Innovative Research Thoughts*, 11(1), 66-71. <https://doi.org/10.36676/irt.v11.i1.1572>.
- Ronanki, R., & Nguyen, A. (2023). Artificial intelligence for the real world. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5(6), 3526-3537.
<https://doi.org/10.56726/irjmets42512>.
- Rongali, S. K. (2025). Natural language processing (NLP) in artificial intelligence. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 25(1), 1931-1935.
- Ruiz-Rojas, L., Acosta-Vargas, P., De-Moreta-Llovet, J., & González-Rodríguez, M. (2023). Empowering education with generative artificial intelligence tools: Approach with an instructional design matrix. *Sustainability*, 15(15), 11524.
<https://doi.org/10.3390/su151511524>.
- Sahni, J. (2023). Is learning analytics the future of online education?: Assessing student engagement and academic performance in the online learning environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 18(02), 33-49. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i02.32167>.
- Saleem, S., Aziz, M., Iqbal, M., & Abbas, S. (2025). AI in education: Personalized learning systems and their impact on student performance and engagement. *The*

Critical Review of Social Sciences Studies, 3(1), 2445-2459.
<https://doi.org/10.59075/c35qa453>

Sarker, I. H. (2021). Deep learning: A comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions. *Sn Computer Science*, 2, 420.
<https://doi.org/10.1007/s42979-021-00815-1>.

Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.5040/9781474235952>

Shaffer, A., Houser, A., Stopforth, C., Jones, J., & Brainard, R. (2025). An investigation into the usefulness of ai in the creation of curriculum specific case studies. *Physiology*, 40(S1). <https://doi.org/10.1152/physiol.2025.40.s1.0493>.

Shrivastava, A., Pandey, A., Singh, N., Srivastava, S., Srivastava, M., et al. (2024). Artificial intelligence (AI): evolution, methodologies, and applications. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(4), 5501-5505.

Shoaib, M., Sayed, N., Singh, J., Shafi, J., Khan, S., & Ali, F. (2024). AI student success predictor: Enhancing personalized learning in campus management systems. *Computers in Human Behavior*, 158, 108301.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108301>.

Shoukat, W., Habib, M., Tanveer, R., & Naseer, Z. (2025). The impact of technology leadership on educational institutions' digital transformation. *Social Sciences & Humanity Research Review*, 3(2). <https://doi.org/10.63468/sshr.030>.

Siminto, S., Akib, A., Hasmirati, H., & Widiyanto, D. (2023). Educational management innovation by utilizing artificial intelligence in higher education. *al-fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(2), 284-296.
<https://doi.org/10.31958/jaf.v11i2.11860>.

Slimi, Z. (2023). The impact of artificial intelligence on higher education: An empirical study. *European Journal of Educational Sciences*, 10(1), 17-33.
<https://doi.org/10.19044/ejes.v10no1a17>.

Solahudin, M., Jayadi, J., & Irfan, J. (2025). Implementation of digital-based school management systems to improve administrative efficiency in junior high schools in East Kalimantan province. *JlIP- Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(9), 10960-10967. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i9.9369>.

- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. *Cognitive Robotics*, 3, 54-70. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.04.001>.
- Suri, N. A., Festiyed, Azhar, M., Yerimadesi, Ahda, Y., & Alberida, H. (2025). Measuring what matters: a systematic review and VOSviewer-based bibliometric approach to digital literacy assessment instruments, competency dimensions and challenges in education. *Research in Learning Technology*, 33, 1-17. <https://doi.org/10.25304/rlt.v33.3413>.
- Sütçü, S. S., & Sütçü, E. (2023). English teachers' attitudes and opinions towards artificial intelligence. *International Journal of Research in Teacher Education (IJRTE)*, 14(3), 183-193. <https://doi.org/10.29329/ijrte.2023.598.12>
- Syafei, M., & Nuraeningsih, N. (2025). Leveraging artificial intelligence in writing: ELT students' perspectives and experiences. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(5), 416-430. <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.5.22>.
- Tang, D. (2021). What is digital transformation? *Edpacs*, 64(1), 9-13. <https://doi.org/10.1080/07366981.2020.1847813>
- Tapalova, O., Zhiyenbayeva, N., & Gura, D. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 22(5), 639-653. <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.2597>.
- Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y., Sobrino, S., Giannoutsou, N., et al., (2022). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Education and Information Technologies*, 28, 6695-6726. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8>
- Tran, T. (2024). AI tools in teaching and learning english academic writing skills. *Proceedings of the AsiaCALL International Conference*, 4, 170-187. <https://doi.org/10.54855/paic.23413>.
- Trenerry, B., Chng, S., Wang, Y., Suhaila, Z., Lim, S., Lu, H., & Oh, P. (2021). Preparing workplaces for digital transformation: An integrative review and framework of multi-level factors. *Frontiers in Psychology*, 12, 620766. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.620766>.

- Uygun, D. (2024). Teachers' perspectives on artificial intelligence in education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 4(1), 931-939. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2024.01.005>
- Velander, J., Taiye, M., Otero, N., & Milrad, M. (2023). Artificial intelligence in K-12 education: Eliciting and reflecting on Swedish teachers' understanding of AI and its implications for teaching & learning. *Education and Information Technologies*, 29, 4085-4105. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11990-4>.
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Vieriu, A., & Petrea, G. (2025). The impact of artificial intelligence (AI) on students' academic development. *Education Sciences*, 15(3), 343. <https://doi.org/10.3390/educsci15030343>.
- Villegas-Ch., W., Buenaño-Fernández, D., Navarro, A., & Mera-Navarrete, A. (2025). Adaptive intelligent tutoring systems for STEM education: analysis of the learning impact and effectiveness of personalized feedback. *Smart Learning Environments*, 12(4), 2-31. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00389-y>.
- Vittorini, P., Menini, S., & Tonelli, S. (2020). An AI-based system for formative and summative assessment in data science courses. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31, 159-185. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00230-2>.
- Voitsekh, V. (2023). Retrospective analysis of the word “digitalization”. *Business, Economics, Sustainability, Leadership and Innovation*, 9, 4-9. <https://doi.org/10.37659/2663-5070-2022-9-4-9>.
- Wang, C., Chen, X., Yu, T., Liu, Y., & Jing, Y. (2024). Education reform and change driven by digital technology: a bibliometric study from a global perspective. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(256), 1-17. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02717-y>.
- Wang, X., Li, L., Tan, S., Yang, L., & Lei, J. (2023). Preparing for AI-enhanced education: Conceptualizing and empirically examining teachers' AI readiness. *Computers in Human Behavior*, 146, 107798. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107798>.

- Williams-Onyeji, P. (2025). Unveiling the effectiveness of utilizing ai as tool for language learning and teaching. *J-LELC: Journal of Language Education, Linguistics, and Culture*, 5(2), 101-112. <https://doi.org/10.25299/j-lelc.2025.21624>.
- Wu, D., Zhang, X., Wang, K., Wu, L., & Yang, W. (2024). A multi-level factors model affecting teachers' behavioral intention in AI-enabled education ecosystem. *Educational Technology Research and Development*, 73, 135-167. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10419-0>.
- Xu, W., & Fan, O. (2022). The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9(59), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>.
- Yaseen, H., Mohammad, A., Ashal, N., Abusaimeh, H., Ali, A., & Sharabati, A. (2025). The impact of adaptive learning technologies, personalized feedback, and interactive ai tools on student engagement: The moderating role of digital literacy. *Sustainability*, 17(3), 1133. <https://doi.org/10.3390/su17031133>.
- Yaqub, M. Z., & Alsabban, A. (2023). Industry-4.0-enabled digital transformation: Prospects, instruments, challenges, and implications for business strategies. *Sustainability*, 15(11), 8553. <https://doi.org/10.3390/su15118553>.
- Yeh, H. (2024). The synergy of generative AI and inquiry-based learning: Transforming the landscape of English teaching and learning. *Interactive Learning Environments*, 33(1), 88-102. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2335491>.
- Yetişensoy, O. (2024). Tomorrow's teachers and artificial intelligence: Exploring attitudes and perceptions of Turkish prospective social studies teachers. *Eurasian Journal of Teacher Education*, 5(1), 1-31.
- Yeşilbaş Özenç, Y., & Başaran, R. (2025). Eğitim bilimleri alanında lisansüstü eğitim gören öğretmenlerin yaşam boyu öğrenme ve akademik yeterlikleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 21(2), 30-51. <https://doi.org/10.17244/eku.1647575>
- Yuan, C., Xiao, N., Pei, Y., Bu, Y., & Cai, Y. (2025). Enhancing student learning outcomes through ai-driven educational interventions: A comprehensive study of classroom behavior and machine learning integration. *International Theory and Practice in Humanities and Social Sciences*, 2(2), 197–215. <https://doi.org/10.70693/itphss.v2i2.216>.

- Yue, M., Jong, M. S. Y., & Ng, D. T. K. (2024). Understanding K-12 teachers' technological pedagogical content knowledge readiness and attitudes toward artificial intelligence education. *Education and information technologies*, 29(15), 19505-19536.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhang, C., Schiebl, J., Plöbl, L., Hofmann, F., & Gläser-Zikuda, M. (2023). Acceptance of artificial intelligence among pre-service teachers: a multigroup analysis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(49), 2-22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00420-7>.
- Zhang, J., & Zhang, Z. (2024). AI in teacher education: Unlocking new dimensions in teaching support, inclusive learning, and digital literacy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(4), 1871-1885. <https://doi.org/10.1111/jcal.12988>.
- Zou, Y., Kuek, F., Feng, W., & Cheng, X. (2025). Digital learning in the 21st century: trends, challenges, and innovations in technology integration. *Frontiers in Education*, 10, 1562391. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1562391>.