

Matematik Eğitiminde Teknoloji Entegrasyonu: Yapay Zekâ ve Dijitalleşme Perspektifleri

Şule Şahin Doğruer¹

Özet

Bu çalışma, matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonunu dijitalleşme ve yapay zekâ odağında ele almakta ve bu sürecin pedagojik temellerine, uygulama örneklerine ve karşılaşılan güçlüklerine dair kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. TPACK modeli ile yapılandırmacı ve bağlamsal öğrenme kuramları çerçevesinde teknoloji entegrasyonunun kuramsal dayanakları ortaya konulmuş; ardından dinamik geometri yazılımları, sanal manipülatifler, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları ve yapay zekâ destekli ölçme-değerlendirme sistemleri gibi dijital araçların matematik öğretimine nasıl katkı sunduğu açıklanmıştır. Uzaktan ve hibrit öğrenme bağlamında dijitalleşmenin fırsatları ve riskleri, dijital eşitsizlikler, öğretmen yeterlikleri ve veri güvenliği gibi kritik konular üzerinden tartışılmıştır. Bölüm, teknolojinin sunduğu imkânlar ile sahadaki gerçeklikler arasında denge kurarak, öğretmenlerin desteklenmesi, altyapı yatırımlarının artırılması, etik ve kapsayıcı eğitim politikalarının geliştirilmesi yönünde somut öneriler sunmaktadır. Sonuç olarak, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin bilinçli ve pedagojik ilkelere uygun şekilde matematik eğitimine entegre edilmesi hem öğrenme süreçlerini zenginleştirecek hem de öğretmenlerin rehberliğini daha etkili hale getirecek güçlü bir dönüşüm alanı yaratmaktadır.

1. Giriş

Son yıllarda eğitim alanında yaşanan teknolojik gelişmeler, geleneksel öğretim yöntemlerini yeniden şekillendirmekte ve öğrenme-öğretme süreçlerinde köklü değişim/dönüşümleri beraberinde getirmektedir. Özellikle dijitalleşme ve yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı ilerleme, matematik eğitimi gibi temel alanlarda yeni fırsatlar ortaya çıkarırken aynı zamanda zorluklar da yaratmaktadır. Matematik eğitiminin doğası gereği soyut kavramlarla yoğun

1 Dr., MEB, Ankara Yenimahalle Bilim ve Sanat Merkezi, sule_sahinn@hotmail.com, 0000-0002-6663-5370

şekilde ilgilenmesi ve öğrenilmesi zor olarak algılanması, dijital araçların ve yapay zekâ destekli uygulamaların entegrasyonunu özellikle önemli hale getirmektedir (Hwang vd., 2023; Drijvers vd., 2020).

Bu bağlamda matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonunun etkili bir biçimde gerçekleştirilmesi, öğrencilerin matematiksel kavramları somutlaştırmasını, kavramsal anlamalarını güçlendirmesini ve problem çözme becerilerini geliştirmesini destekleyebilir (Mishra & Koehler, 2006). Aynı zamanda, yapay zekâ uygulamaları sayesinde öğretmenlerin öğrencilerin bireysel farklılıklarına daha etkili yanıt vermesi ve öğrenme süreçlerini kişiselleştirmesi mümkün hale gelmektedir.

Bu bölümün temel amacı, matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonunun, özellikle dijitalleşme ve yapay zekâ perspektiflerinden incelenmesi ve değerlendirilmesidir. Bölüm kapsamında, teorik temeller ışığında matematik eğitimindeki teknolojik dönüşümün genel çerçevesi çizilecek; dijital araçların ve yapay zekâ uygulamalarının matematik eğitimindeki kullanım potansiyeli, avantajları ve karşılaşılan zorluklarıyla birlikte derinlemesine tartışılacaktır (Bray & Tangney, 2017). Ayrıca, geleceğe dönük perspektifler ve öneriler sunulurken, matematik eğitiminde sürdürülebilir ve etkili bir teknoloji entegrasyonu için yol haritası çizilmesi amaçlanmaktadır.

2. Teorik Çerçeve

Matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonunun tarihsel süreci incelendiğinde, teknolojinin eğitimdeki rolünün giderek arttığı gözlemlenmektedir. Bu süreçte, Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK) modeli, öğretmenlerin teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmaları için gerekli bilgi türlerini tanımlayan önemli bir teorik çerçeve sunmaktadır (Mishra & Koehler, 2006). TPACK modeli, pedagojik bilgi, alan bilgisi ve teknolojik bilgi bileşenlerinin kesişim noktasında yer alır ve matematik öğretmenlerinin teknoloji destekli öğretim süreçlerini planlamalarında rehberlik eder.

Bunun yanında yapılandırmacı öğrenme kuramı, teknolojinin matematik eğitimine entegrasyonunda önemli bir teorik temeldir. Yapılandırmacı yaklaşıma göre, öğrenciler matematiksel kavramları aktif olarak keşfederek ve deneyimleyerek öğrenirler. Dijital araçlar ve simülasyonlar, yapılandırmacı öğrenme ortamlarının oluşturulmasını destekleyerek, öğrencilere soyut matematik kavramlarını daha somut hale getirme fırsatı sunar (Drijvers vd., 2020).

Ayrıca, bağlamsal öğrenme yaklaşımı matematik eğitimi için kritik önem taşır. Bu yaklaşım, matematik öğrenimini gerçek yaşam bağlamlarında ele

olarak, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanabilmelerini sağlar. Dijital teknolojiler ve yapay zekâ uygulamaları, bağlamsal öğrenme ortamlarının tasarımında etkin rol oynayabilir ve öğrencilerin matematik öğrenimini daha anlamlı ve kalıcı hale getirebilir (Hwang vd., 2023).

Bu teorik çerçeveler ışığında, matematik eğitimindeki teknoloji entegrasyonunun pedagojik olarak sağlam temellere dayandırılması gerektiği vurgulanmaktadır. Teknolojik araçların ve yapay zekâ uygulamalarının etkin kullanımı, ancak öğretim teorileriyle uyumlu ve bilinçli bir biçimde tasarlanırsa sürdürülebilir ve başarılı olabilir.

3. Matematik Eğitiminde Dijital Araçlar ve Yapay Zekâ Uygulamaları

Matematik eğitiminde dijital araçların ve yapay zekâ uygulamalarının kullanımı, son yıllarda artarak yaygınlaşmıştır. Bu araçlar ve uygulamalar arasında dinamik geometri yazılımları, sanal manipülatifler ve simülasyonlar, yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme sistemleri ve adaptif ölçme-değerlendirme araçları öne çıkmaktadır (Drijvers vd., 2020).

Dinamik geometri yazılımları (örneğin Cabri Geometry, GeoGebra, Geometer's Sketchpad ve Desmos), öğrencilerin geometrik ve cebirsel kavramları görsel ve interaktif olarak keşfetmelerine olanak tanımaktadır (Hohenwarter vd., 2008). Sanal manipülatifler ise matematiksel kavramları somutlaştırarak öğrencilerin kavramsal anlamalarını desteklemekte ve özellikle soyut matematik konularında önemli bir rol oynamaktadır (Moyer-Packenham & Westenskow, 2013).

Matematik eğitiminde yapay zekâ (YZ) kullanımı da giderek önem kazanmaktadır. YZ, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları sunarak öğrencilerin bireysel hızlarına uyum sağlar ve analitik, problem çözme ile algoritmik düşünme becerilerini geliştirir. 2024 yılında yayınlanan bir çalışmada, YZ'nin sunduğu faydalar arasında uyarlanabilir değerlendirme, etkileşimli öğrenme ortamları ve anlık geri bildirim öne çıkarken; yaratıcı düşünme eksikliği, algoritmalarındaki önyargılar ve veri gizliliği gibi zorluklar da vurgulanmıştır (Opesemowo & Ndlovu, 2024). Başka bir sistematik literatür incelemesinde ise 2017-2021 yılları arasında yayımlanan 20 çalışmanın analizi yapılmış; YZ'nin robotlar, öğretilebilir ajanlar ve çeşitli sistemlerle matematik eğitimini desteklediği belirtilmiştir. Bu araçların öğrencilerin hayal gücü, problem çözme, eleştirel düşünme ve sosyal etkileşim becerilerini geliştirdiği; matematiksel kavramların öğrenimini kolaylaştırdığı ifade edilmiştir. YZ'nin matematik eğitimindeki rolü üç başlık altında sınıflandırılmıştır: YZ yönlendirmeli, YZ destekli ve YZ ile güçlendirilmiş (Mohamed vd., 2022).

Ayrıca, yapay zekâ destekli ölçme ve değerlendirme sistemleri, öğrencilerin matematiksel hata analizlerini yaparak, kavram yanlışlarını erken tespit etmekte ve öğretmenlere detaylı geri bildirim sağlamaktadır (Holmes vd., 2019).

Bu dijital araç ve uygulamaların matematik eğitime entegrasyonu, öğretim süreçlerini zenginleştirerek öğrenci başarısını artırma potansiyeline sahiptir.

4. Dijitalleşmenin Matematik Eğitime Etkileri

Dijitalleşme, matematik öğretiminde hem içerik sunumunu hem de öğrenme süreçlerini yeniden tanımlamaktadır. Özellikle uzaktan eğitim ve hibrit öğrenme modelleri, dijital araçların zorunlu ve yaygın bir biçimde kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Bu durum, öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliliklerini geliştirmesini gerekli kılarken, öğrencilerin de dijital okuryazarlık becerilerine sahip olmasını önemli hale getirmiştir (Redecker, 2017).

Matematik eğitiminde dijitalleşmenin önemli bir etkisi, öğrenme materyallerinin erişilebilirliğini artırmasıdır. Açık eğitim kaynakları (Open Educational Resources - OER), farklı düzeylerdeki öğrenciler için kaliteli ve ücretsiz içerik sunmakta; video dersler, etkileşimli uygulamalar ve çevrim içi problem setleri gibi kaynaklar öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerini desteklemektedir (Hilton, 2016).

Ancak dijitalleşmenin getirdiği fırsatların yanında önemli zorluklar da bulunmaktadır. Özellikle sosyoekonomik farklılıklar, dijital erişim ve cihaz eksikliği gibi sorunlar, dijital uçurumun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle düşük gelirli bölgelerdeki öğrencilerin matematik başarısını olumsuz etkileyebilmektedir (van Dijk, 2020).

Dijitalleşme aynı zamanda öğretmenlerin rolünü de dönüştürmektedir. Geleneksel anlatım temelli öğretim yaklaşımlarından ziyade, rehberlik eden ve dijital öğrenme ortamlarını yapılandıran öğretmen profili giderek ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda öğretmenlerin yalnızca teknolojik araçları kullanma becerisi değil, aynı zamanda dijital araçların pedagojik değerini analiz edebilme yeterliği de kritik hale gelmiştir (Koehler vd., 2013).

Özetle, dijitalleşme matematik eğitiminde hem fırsatlar hem de tehditler barındıran güçlü bir dönüşüm aracıdır. Bu dönüşümün etkili ve adil bir şekilde gerçekleşmesi, dijital eşitsizliklerin giderilmesi, öğretmenlerin desteklenmesi ve öğrencilerin dijital okuryazarlıklarının güçlendirilmesi ile mümkün olacaktır.

5. Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ ve Dijitalleşmenin Avantajları ve Karşılaşılan Güçlükler

Yapay zekâ ve dijitalleşme, matematik eğitimine önemli katkılar sağlarken beraberinde bazı yapısal ve pedagojik sorunları da getirmektedir. Bu bölümde, her iki teknolojik dönüşümün sunduğu fırsatlar ile karşılaşılan zorluklar dengeli biçimde ele alınmaktadır.

5.1. Avantajlar

Yapay zekâ ve dijital araçların entegrasyonu sayesinde öğretim süreçleri daha dinamik, etkileşimli ve bireyselleştirilmiş hale gelmiştir. Özellikle yapay zekâ destekli öğrenme ortamları, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına göre uyarlanabilir içerikler sunmakta, bu da öğrenme sürecini daha etkili kılmaktadır (Luckin vd., 2016). Ayrıca, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde karşılaştıkları kavram yanlışları anlık olarak analiz edilebilmekte ve öğretmene anında geri bildirim sağlanmaktadır (Holmes vd., 2019).

Dijitalleşme ise öğrenme kaynaklarına erişimi artırmakta, özellikle açık eğitim kaynakları (OER) yoluyla öğrencilerin kaliteli içeriklere ulaşmasını kolaylaştırmaktadır (Hilton, 2016). Ayrıca, dijital platformlar sayesinde öğrenciler işbirlikçi öğrenme ortamlarına katılabilmekte ve farklı düşünme biçimlerini keşfetme fırsatı elde etmektedir.

Teknolojik araçlar aynı zamanda öğretmenler için de destekleyici bir unsur haline gelmiştir. Öğretim materyallerinin dijital olarak hazırlanması ve sunulması, öğretmenlerin zaman yönetimini kolaylaştırmakta ve öğretim sürecini daha planlı hale getirmektedir (Zawacki-Richter et al., 2019).

5.2. Karşılaşılan Güçlükler

Yapay zekâ ve dijital araçların sunduğu olanaklara rağmen, bu teknolojilerin eğitim ortamlarında etkili ve sürdürülebilir biçimde kullanılması bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Öncelikle, öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliliklerinin yetersiz olması, bu teknolojilerin sınıf içi entegrasyonunu güçleştirmektedir (Redecker, 2017).

Bir diğer önemli sorun, veri gizliliği ve etik kullanıma ilişkin endişelerdir. Özellikle yapay zekâ sistemlerinin öğrenci verilerini toplaması ve analiz etmesi, güvenlik ve etik açıdan titizlikle ele alınması gereken bir konudur (Holmes vd., 2019).

Ayrıca, teknolojik altyapı eksiklikleri ve dijital eşitsizlikler, özellikle sosyoekonomik olarak dezavantajlı bölgelerde yaşayan öğrencilerin eğitimde fırsat eşitliğine erişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (van Dijk,

2020). ICAI gibi gelişmiş öğretim sistemlerinin yüksek maliyetli olması ve güçlü teknolojik altyapı gerektirmesi de yaygın kullanımı zorlaştıran unsurlar arasındadır. Ayrıca, YZ sistemleri yaratıcı düşünmeyi teşvik etmede yetersiz kalabilir; bu da öğrencilerin sadece verilen bilgilerle sınırlı kalmasına yol açabilir. Özellikle ödevlerin YZ araçlarıyla çözülmesi, öğrencilerin düşünme ve öğrenme süreçlerini atlamalarına neden olarak eğitimsel kazanımların yüzeysel kalmasına sebep olabilir. Bununla birlikte, öğretmenlerin bu araçları etkili ve pedagojik şekilde kullanabilmesi için yeterli dijital okuryazarlığa sahip olmamaları, entegrasyon sürecinin verimliliğini azaltabilir. (Kara, 2024)

Bu bağlamda, matematik eğitiminde dijitalleşme ve yapay zekâ uygulamalarının başarıyla uygulanabilmesi için öğretmenlerin sürekli mesleki gelişimlerinin desteklenmesi, dijital okuryazarlıklarının güçlendirilmesi ve eğitim politikalarının bu süreci kapsayacak şekilde güncellenmesi gerekmektedir.

6. Öğretmen Yeterlikleri ve Eğitimleri

Matematik eğitiminde dijitalleşme ve yapay zekâ uygulamalarının başarılı olması, büyük ölçüde öğretmenlerin bu teknolojilere yönelik yeterliklerine bağlıdır. Öğretmenlerin teknolojik araçları etkin bir şekilde kullanabilmesi, yalnızca teknik bilgiye sahip olmalarıyla değil, aynı zamanda pedagojik yaklaşımları teknolojik araçlarla harmanlayabilmeleriyle mümkündür. Bu nedenle öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerinin geliştirilmesi önem kazanmaktadır.

Hizmet içi eğitimlerde öğretmenlerin dijital araçlar ve yapay zekâ uygulamaları üzerine eğitim alması kritik öneme sahiptir. Bu eğitimlerin içeriğinde aşağıdaki başlıklar yer alabilir:

- Dijital pedagojik içerik oluşturma
- Yapay zekâ destekli öğretim araçlarını etkin kullanma
- Öğrenci verilerini analiz etme ve yorumlama
- Veri güvenliği ve etik kurallar
- Dijital eşitsizlikleri azaltma yöntemleri

Öğretmen eğitimleri, teorik bilgi aktarımının yanı sıra uygulamalı atölye çalışmalarıyla desteklenmelidir. Böylece öğretmenler öğrendikleri yöntemleri doğrudan sınıf ortamlarında deneyimleyebilir ve karşılaşılabilecekleri sorunları önceden tespit edebilirler. Özellikle öğretmenlerin dijital araçların pedagojik değerini analiz edebilmesi, bu araçları daha bilinçli ve verimli

kullanmalarına olanak tanıyacaktır. Öğretmenlerin bu eğitimlerle ilgili algı ve tutumlarını inceleyen araştırmalar, öğretmenlerin genellikle başlangıçta dijital teknolojilere mesafeli yaklaşıtlarını ancak doğru destek ve eğitimlerle motivasyon ve yeterlik düzeylerinin önemli ölçüde arttığını göstermektedir (Redecker, 2017; Koehler vd., 2013).

7. Öğrenci Perspektifinden Analiz

Matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonunun başarısını belirleyen önemli unsurlardan biri öğrencilerin dijital araçlar ve yapay zekâ sistemlerine yönelik tutumlarıdır. Yapılan araştırmalar, öğrencilerin dijital araçlar ve yapay zekâ sistemlerine yönelik tutumlarının büyük oranda olumlu olduğunu ortaya koymaktadır (Luckin vd., 2016). Öğrenciler genellikle bu sistemlerin sağladığı anlık geri bildirim, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları ve interaktif öğrenme olanaklarını tercih etmektedirler.

Bununla birlikte öğrencilerin teknoloji kullanımına ilişkin algılarında farklılıklar da gözlemlenmektedir. Bazı öğrenciler, yapay zekâ sistemlerinin sunduğu anlık geri bildirimini özgüvenlerini artırdığını ve öğrenme süreçlerini daha eğlenceli hale getirdiğini belirtirken, bazıları ise bu sistemlerin öğrenme süreçlerini fazla yapılandırılmış hale getirdiğini ve yaratıcılıklarını sınırlandırdığını düşünmektedir (Opesemowo & Ndlovu, 2024).

Yine öğrenci görüşlerine odaklanan çalışmalara göre, dijital araçları ve yapay zekâ sistemlerini etkili kullanan öğrenciler, matematik başarılarında artış olduğunu ve matematik kavramlarını daha iyi kavradıklarını belirtmektedirler. Ancak dijital araçları kullanmakta güçlük çeken öğrenciler için ek destek mekanizmalarına ihtiyaç duyulduğu da vurgulanmaktadır (Holmes vd., 2019).

Sonuç olarak öğrencilerin teknoloji kullanımına yönelik tutumlarının ve algılarının sürekli olarak değerlendirilmesi ve eğitim ortamlarının öğrencilerin geri bildirimlerine göre düzenlenmesi, teknoloji entegrasyonunun kalıcı ve başarılı olması açısından kritik önem taşımaktadır.

8. Geleceğe Dönük Perspektifler ve Öneriler

Yapay zekâ ve dijitalleşmenin matematik eğitiminde etkili bir biçimde kullanılabilmesi, sadece mevcut araçların entegrasyonu ile sınırlı değildir. Aynı zamanda bu teknolojilere yönelik pedagojik, etik ve sistemsel bakış açılarını da içeren bütüncül bir yaklaşım gerekmektedir.

Önümüzdeki yıllarda matematik eğitiminde yapay zekâ uygulamalarının daha da yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda öğretmen eğitim

programlarının yeniden yapılandırılması, öğretmen adaylarının dijital pedagojik becerilerle donatılması büyük önem taşımaktadır (Zawacki-Richter vd., 2019). Öğretmenler sadece teknoloji kullanıcısı değil; aynı zamanda bu teknolojileri öğrenme amaçlı tasarlayıp değerlendirebilecek donanımına sahip olmalıdır. Öğretmenlerin YZ araçlarını etkili biçimde kullanabilmeleri için hizmet içi eğitimlerle donatılmaları, dijital okuryazarlık düzeylerinin artırılması ve öğretim materyali geliştirme konusunda desteklenmeleri büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, kullanılan YZ sistemlerinin etik boyutları da dikkate alınmalı, özellikle veri güvenliği, karar verme algoritmalarının şeffaflığı ve pedagojik amaçlarla kullanımı konularında sıkı denetim mekanizmaları oluşturulmalıdır (UNESCO, 2024).

Ayrıca, eğitim teknolojilerinin gelişimiyle birlikte veri temelli öğretim kararlarının yaygınlaşması beklenmektedir. Bu durum, öğrencilerin öğrenme süreçlerinin daha iyi izlenmesini ve gerekli müdahalelerin zamanında yapılmasını sağlayacaktır. Ancak bu süreçte, veri gizliliği ve etik kullanım ilkeleri gözetilmeli; şeffaf, adil ve hesap verebilir sistemler geliştirilmeye çalışılmalıdır (Holmes vd., 2019).

Eğitimde fırsat eşitliğini sağlamak için dezavantajlı öğrencilerin dijital araçlara erişimi desteklenmeli, devlet politikalarıyla bu teknolojilerin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Dijital dönüşümün eğitim sistemlerinde sürdürülebilir olabilmesi için altyapı yatırımlarının desteklenmesi ve özellikle dezavantajlı bölgelerdeki okulların dijital kaynaklara erişimlerinin artırılması kritik önemdedir. Aksi halde, dijital uçurumun daha da derinleşmesi riski bulunmaktadır (van Dijk, 2020).

Matematik eğitimi özelinde yapay zekânın etkili biçimde kullanılabilmesi için çok yönlü bir stratejiye ihtiyaç duyulmaktadır. Öncelikle, müfredatlar yeniden yapılandırılmalı ve yapay zekâ ile ilişkili temel matematik konuları –örneğin lineer cebir, istatistik, olasılık, optimizasyon ve algoritmik düşünme– erken yaşlardan itibaren sistematik biçimde öğretilmelidir. Eğitim kademelerine uygun şekilde tasarlanacak bu içerikler, öğrencilerin hem teknolojiyi anlamalarını hem de üretken bireyler haline gelmelerini sağlayacaktır. Öğretmen ve öğrencilerin bu teknolojilere karşı bilinçli ve eleştirel bir bakış açısıyla yaklaşabilmesi için farkındalık artırıcı çalışmalar yapılmalı, böylece yapay zekânın eğitimdeki potansiyeli daha etkin ve güvenli bir şekilde kullanılmalıdır (Kara, 2024).

Son olarak, yapay zekâ ve dijitalleşmenin matematik eğitimine entegrasyonunun başarılı olabilmesi için çok paydaşlı iş birliklerinin teşvik edilmesi gereklidir. Üniversiteler, teknoloji firmaları, eğitim kurumları ve

kamu politikası yapıcıları arasında kurulacak etkili iş birlikleri, bu dönüşüm sürecini daha sağlıklı ve kapsayıcı hale getirecektir (Balat, 2024).

Bu bağlamda, geleceğe dönük öneriler aşağıdaki başlıklar altında özetlenebilir:

- Öğretmen eğitimi programlarında yapay zekâ ve dijital pedagojik içeriklere daha fazla yer verilmesi
- Eğitim teknolojilerinin etik ve güvenli kullanımına yönelik politika belgelerinin geliştirilmesi
- Altyapı yatırımlarının güçlendirilmesi ve dijital eşitsizliklerin azaltılması
- Akademi, kamu ve özel sektör iş birliklerinin artırılması

Bu öneriler doğrultusunda atılacak adımlar, matematik eğitiminin dijital çağın ihtiyaçlarına uyum sağlamasında ve yapay zekâ temelli öğrenme ortamlarının etkili kullanımında belirleyici olacaktır.

9. Sonuç

Bu bölümde, matematik eğitiminde dijitalleşme ve yapay zekâ teknolojilerinin etkili entegrasyonuna yönelik kuramsal, uygulamalı ve yapısal boyutlar ele alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler göstermektedir ki, teknoloji ve yapay zekâ, yalnızca öğretim süreçlerini zenginleştirmekle kalmayıp, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini bireyselleştirme, öğretmenlerin öğretim stratejilerini çeşitlendirme ve genel olarak matematik eğitimini daha kapsayıcı ve erişilebilir hale getirme potansiyeline sahiptir.

Ancak bu dönüşüm, beraberinde birtakım zorlukları da getirmektedir. Öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerinin güçlendirilmesi, teknolojik altyapının yaygınlaştırılması ve veri güvenliği gibi etik boyutların gözetilmesi, bu sürecin başarısı açısından kritik öneme sahiptir.

Bu çerçevede, sürdürülebilir bir dönüşüm için hem öğretmen yetiştirme programlarının hem de eğitim politikalarının yapay zekâ ve dijitalleşmeyi bütüncül bir şekilde kapsamaları gerekmektedir. Aynı zamanda, çok paydaşlı iş birlikleri ile dijital uçurumun azaltılması ve tüm öğrencilere eşit fırsatların sunulması öncelikli hedefler arasında yer almalıdır.

Sonuç olarak, matematik eğitiminde yapay zekâ ve dijitalleşme, geleceğin öğrenme ortamlarının inşasında merkezi bir rol oynamaktadır. Bu teknolojilerin bilinçli, etik ve pedagojik temelli entegrasyonu hem bugünün hem de yarının eğitimine katkı sağlayacak güçlü bir adımdır.

10. Kaynakça

- Balat, Ş. (2024). Balat, Ş. Eğitiminde yapay zekâ entegrasyonuna yönelik politika ve stratejiler. *XI. International Eurasian Educational Research Congress*, 303. Kocaeli Üniversitesi. Kocaeli.
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research: A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., & Maschietto, M. (2020). Uses of technology in lower secondary mathematics education: A concise topical survey. *Springer Nature*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33666-4>
- Hilton, J. (2016). Open educational resources and college textbook choices: A review of research on efficacy and perceptions. *Educational Technology Research and Development*, 64(4), 573-590. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9434-9>
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., & Lavicza, Z. (2008). Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135-146. <https://www.learntechlib.org/primary/p/30304/>.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2023). Impacts of artificial intelligence on mathematics education: a systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 71(1), 97-119. [https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26\(1\).0009](https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26(1).0009)
- Kara, E. (2024). 21. Yüzyıl Matematik Eğitiminde Yapay Zekâ: Teknolojik Dönüşümde Global Stratejiler. *Çocuk ve Medeniyet Dergisi*, 9(15), 8-43. <https://doi.org/10.47646/CMD.2024.334>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13-19. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mohamed, M., Hidayat, R., Suhaizi, N., Sabri, N., Mahmud, M., ve Baharuddin, S. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>

- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments (IJVPLE)*, 4(3), 35–50. <https://doi.org/10.4018/jvple.2013070103>
- Opesemowo, O. A. G., ve Ndlovu, M. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: The good, the bad, and the ugly. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 333-346. <https://doi.org/10.33902/JPR.202426428>
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/159770>
- UNESCO (2024). *AI competency framework for teachers*. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>
- van Dijk, J. A. G. M. (2020). *The digital divide*. Polity Press.
- 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), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

