

## Sistematiik Derleme ♦ Systematic Review

Fen Eğitimi İçin Okul Yönetiminde Teknoloji Kullanımı  
Use of Technology in School Management for Science EducationLeyla BOSTAN<sup>1</sup>Doğın BİÇİCİOĞLU<sup>2</sup>Durmuş KAHRİMAN<sup>3</sup>Nahit TOPAL<sup>4</sup><sup>1</sup>MEB, leyla.bostan@meb.gov.tr, ORCID: 0000-0002-2514-2596<sup>2</sup>MEB, d\_bicicioglu@hotmail.com, ORCID: 0009-0003-3572-2142<sup>3</sup>MEB, durmuskahriman@gmail.com, ORCID: 0009-0007-6818-6824<sup>4</sup>MEB, nahittopal@hotmail.com, ORCID: 0009-0002-5172-9494

## MAKALE BİLGİSİ

## Anahtar Kelimeler:

Fen Eğitimi  
Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu  
Okul Yönetimi ve Dijitalleşme  
Yapay Zeka ve Öğrenme Teknolojileri

## ARTICLE INFO

## Keywords:

Science Education  
Technology Integration in Education  
School Management and Digitalization  
Artificial Intelligence and Learning  
Technologies

## ÖZ

Bu çalışma, fen eğitimi ve okul yönetiminde teknolojinin entegrasyonunu ele alarak, bu dönüşümün eğitim süreçleri üzerindeki etkilerini incelemektedir. Dijital teknolojilerin kullanımı, fen eğitiminin daha etkileşimli ve erişilebilir hale gelmesini sağlarken, okul yönetiminde dijitalleşme süreçleri eğitim yöneticilerine daha verimli karar alma mekanizmaları sunmaktadır. Yapay zeka destekli öğrenme sistemleri, sanal laboratuvarlar, artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları ve yönetim bilgi sistemleri (YBS) gibi yenilikçi teknolojiler, öğrenci başarısını artırmakta ve eğitim süreçlerini optimize etmektedir. Ancak, teknolojinin etkin kullanımının önünde öğretmenlerin dijital pedagojik yeterlilikleri, altyapı eksiklikleri ve veri güvenliği gibi bazı engeller bulunmaktadır. Bu bağlamda, eğitim politikalarının dijital dönüşümü destekleyecek şekilde geliştirilmesi, öğretmenlerin teknolojiye adaptasyon sürecinin desteklenmesi ve altyapı yatırımlarının artırılması gerekmektedir.

## ABSTRACT

This study examines the integration of technology in science education and school management, highlighting its transformative impact on educational processes. The use of digital technologies enhances the interactivity and accessibility of science education while enabling school administrators to make more efficient decisions through digitalization. Innovative technologies such as AI-powered learning systems, virtual laboratories, augmented reality (AR) applications, and management information systems (MIS) contribute to student success and optimize educational processes. However, several challenges, including teachers' digital pedagogical competencies, infrastructure deficiencies, and data security concerns, hinder the effective implementation of technology. In this context, education policies should be developed to support digital transformation, teacher adaptation to technology should be facilitated, and investments in technological infrastructure should be increased.

## 1 GİRİŞ

Teknolojinin eğitim sistemlerine entegrasyonu, 21. yüzyılda eğitimin temel dinamiklerinden biri haline gelmiştir. Dijitalleşme, eğitim süreçlerini yeniden şekillendirerek öğretim yöntemlerini ve öğrenme modellerini köklü bir şekilde değiştirmiştir. Fen eğitimi gibi disiplinler, doğaları gereği teknolojik araçlardan büyük ölçüde yararlanabilecek alanlardır. Fen bilimlerinin soyut kavramları, öğrencilerin anlamlandırmasını zorlaştırabilmekte ve bu süreçte teknolojinin sunduğu görselleştirme, simülasyon, yapay zeka destekli analizler ve etkileşimli dijital araçlar büyük bir fark yaratmaktadır (Rahmat, Kuswanto ve Wilujeng, 2023).

Özellikle STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yaklaşımının yaygınlaşmasıyla birlikte, fen eğitiminin teknoloji ile desteklenmesi kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir (Stohlmann, 2020). Dijital laboratuvarlar, etkileşimli akıllı tahtalar, simülasyon yazılımları, sanal gerçeklik ve yapay zeka tabanlı öğrenme sistemleri gibi yenilikçi teknolojiler, öğrencilerin deneyerek öğrenmesini teşvik etmekte ve problem çözme becerilerini geliştirmektedir. Ayrıca, eğitimde kişiselleştirilmiş öğrenme süreçleri, bireysel farklılıklara göre uyarlanmış dijital içerikler sayesinde daha verimli hale gelmektedir (Ahzan, Prayogi, Azmi, Asy'ari ve Samsuri, 2024).

Eğitimde teknolojinin entegrasyonu yalnızca öğretim süreçleriyle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda okul yönetim süreçlerini de kapsamaktadır. Dijitalleşme, okul yöneticilerine veri temelli kararlar alma, öğrenci performansını analiz etme, öğretmen değerlendirme sistemlerini iyileştirme ve eğitim kaynaklarını daha etkili yönetme gibi birçok avantaj sunmaktadır (Sezen-Gültekin ve Hamutoğlu, 2020). Okul yönetiminde kullanılan bilgi sistemleri, öğrenci takip sistemleri ve eğitim yönetimi yazılımları, verimliliği artırarak eğitimde kaliteyi yükseltmektedir (Triplett, 2023).

Dijitalleşmenin sunduğu bir diğer önemli fırsat ise öğretmen ve yöneticiler arasındaki iş birliğini güçlendirmesidir. Çevrimiçi öğretmen eğitimleri, sanal toplantılar, dijital ders planlama araçları ve otomatik değerlendirme sistemleri, öğretmenlerin mesleki gelişimini destekleyerek fen eğitiminin daha etkin bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır (Villena ve Caballes, 2020).

Teknoloji destekli fen eğitimi ve okul yönetimi, eğitimde fırsat eşitliğini artırarak daha kapsayıcı bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Gelişmiş ülkelerde eğitim sistemleri, teknolojiyi etkili şekilde kullanarak öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliği becerilerini geliştirmeye odaklanmaktadır. Ancak, teknolojiye erişim ve dijital yeterlilik konusunda yaşanan eşitsizlikler, eğitim sistemlerinde teknolojik entegrasyonun önündeki en büyük engellerden biri olarak görülmektedir (Mahbub, Wafik, Uddin ve Rahman, 2024). Öğretmenlerin dijital pedagojik yeterlilikleri, teknoloji kullanımında karşılaşılan temel zorluklardan biri olarak öne çıkmaktadır ve bu konuda öğretmenlerin profesyonel gelişimi için destekleyici politikaların hayata geçirilmesi gerekmektedir (Khanna, Yadav, Reddy, Kalele, Zaveri, Goyal ve Ambulkar, 2024).

Bu çalışma, fen eğitiminde ve okul yönetiminde teknoloji kullanımının mevcut durumunu, potansiyel faydalarını, karşılaşılan zorlukları ve başarılı uygulama örneklerini inceleyerek bu alandaki gelişmeleri akademik bir perspektifle ele almayı amaçlamaktadır.

## 2 FEN EĞİTİMİ VE TEKNOLOJİ ENTEGRASYONU

Fen eğitimi, öğrencilerin bilimsel süreçleri anlamalarına, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere bilimsel çözümler üretebilmelerine olanak tanıyan temel bir eğitim alanıdır. Geleneksel fen öğretimi, genellikle öğretmen merkezli, ezbere dayalı ve sınıf içindeki fiziksel deneylerle sınırlı bir yapıya sahiptir. Ancak bilim ve teknolojinin hızlı ilerlemesiyle birlikte, fen eğitiminde de dijitalleşme ve teknoloji tabanlı öğrenme yöntemleri yaygınlaşmıştır. Özellikle yapay zeka destekli öğrenme analitikleri, sanal laboratuvarlar, etkileşimli simülasyonlar ve oyun tabanlı öğrenme gibi dijital araçlar, fen eğitiminin daha etkili hale gelmesini sağlamaktadır (Rahmat, Kuswanto ve Wilujeng, 2023).

Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu, öğrenme süreçlerini zenginleştirerek öğrencilerin bilimsel kavramları daha iyi anlamalarına ve teorik bilgileri pratik uygulamalarla ilişkilendirmelerine yardımcı olmaktadır. Geleneksel sınıf ortamlarında öğrenciler, fiziksel laboratuvarlara erişim konusunda kısıtlamalarla karşılaşabilirken, sanal laboratuvarlar ve simülasyon yazılımları bu sorunu büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır. Örneğin, kimya derslerinde kullanılan sanal deney programları, öğrencilerin güvenli bir şekilde kimyasal reaksiyonları gözlemlemelerine olanak tanırken, biyoloji derslerinde artırılmış

gerçeklik (AR) teknolojisiyle insan anatomisini detaylı bir şekilde keşfetmeleri sağlanabilmektedir (Mahbub, Wafik, Uddin ve Rahman, 2024). Bunun yanı sıra, fizik derslerinde simülasyonlar sayesinde Newton'un hareket yasaları, elektrik devreleri veya dalga mekaniği gibi konular, görselleştirilerek öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına katkıda bulunmaktadır.

Fen eğitiminde kullanılan teknolojik araçlar, öğretmenlerin ders anlatımını daha etkili hale getirmesine ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini kişiselleştirmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, yapay zeka destekli öğrenme sistemleri, her öğrencinin bilgi seviyesini analiz ederek onlara özel bir öğrenme planı oluşturabilmekte ve eksik oldukları konulara yönelik öneriler sunabilmektedir. Böylece öğrenciler, kendi öğrenme hızlarına uygun bir şekilde ilerleyerek eksik bilgilerini tamamlayabilmekte ve daha anlamlı bir öğrenme deneyimi yaşayabilmektedir (Ahzan, Prayogi, Azmi, Asy'ari ve Samsuri, 2024). Bunun yanı sıra, dijital öğrenme platformları ve çevrimiçi ders materyalleri sayesinde, öğrenciler ders dışında da öğrenmelerine devam edebilmekte ve ders içeriklerine istedikleri zaman erişebilmektedir.

Teknoloji destekli fen eğitimi, yalnızca bireysel öğrenme süreçlerini değil, aynı zamanda grup çalışmalarını ve iş birliğine dayalı öğrenme yöntemlerini de desteklemektedir. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yaklaşımı, öğrencilerin bilimsel bilgileri mühendislik, teknoloji ve matematikle birleştirerek disiplinler arası projeler geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Özellikle kodlama, robotik sistemler ve mühendislik tasarım süreçleri ile desteklenen STEM eğitimi, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır (Stohlmann, 2020). STEM tabanlı oyunlaştırılmış öğrenme uygulamaları, öğrencilerin bilimsel kavramları eğlenceli ve interaktif bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmaktadır. Örneğin, öğrenciler çevrimiçi bir mühendislik simülasyonunda köprü tasarlayarak fizik yasalarını keşfedebilir veya biyoloji alanında artırılmış gerçeklik kullanarak hücresel süreçleri üç boyutlu olarak inceleyebilirler.

Bununla birlikte, fen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun başarılı olabilmesi için öğretmenlerin dijital pedagojik becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Öğretmenler, dijital araçları etkili bir şekilde kullanarak öğrencilere rehberlik edebilmelidir. Ancak yapılan araştırmalar, birçok öğretmenin teknoloji entegrasyonuna yönelik yeterli eğitime sahip olmadığını ve dijital kaynakları etkili bir şekilde kullanmakta zorlandığını göstermektedir (Khanna, Yadav, Reddy, Kalele, Zaveri, Goyal ve Ambulkar, 2024). Bu nedenle, öğretmenlere yönelik dijital eğitim programları ve mesleki gelişim kursları düzenlenmeli, fen bilimleri eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik destek mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak, fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu, öğrencilerin bilimsel kavramları daha iyi anlamalarını sağlamakta, öğretmenlerin öğretim süreçlerini zenginleştirmekte ve bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatları sunmaktadır. Sanal laboratuvarlar, yapay zeka destekli öğrenme sistemleri, artırılmış gerçeklik ve STEM odaklı projeler, fen eğitiminin daha etkileşimli, erişilebilir ve ilgi çekici hale gelmesini sağlamaktadır. Ancak bu entegrasyonun etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, öğretmenlerin teknolojiye yönelik becerilerinin artırılması, öğrencilerin teknolojiye erişiminin sağlanması ve teknoloji destekli eğitimin pedagojik olarak doğru bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Gelecekte fen eğitiminde teknolojinin daha da yaygınlaşması beklenirken, bu süreçte dijital eğitim politikalarının etkin şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır (Rahmat vd., 2023).

### 3 OKUL YÖNETİMİNDE TEKNOLOJİ KULLANIMI

Eğitim yönetimi, öğretim süreçlerinin etkin bir şekilde planlanmasını, uygulanmasını ve değerlendirilmesini sağlayan önemli bir alandır. Geleneksel okul yönetim süreçleri genellikle evrak bazlı, zaman alıcı ve insan hatalarına açık yöntemler üzerine kuruluydu. Ancak dijitalleşmenin hızla yaygınlaşmasıyla birlikte eğitim yöneticileri, okulları daha verimli bir şekilde yönetebilmek için bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmaya başlamıştır. Teknoloji entegrasyonu sayesinde okul yöneticileri, öğrenci kayıt işlemlerini, akademik performans takibini, öğretmen değerlendirme süreçlerini ve bütçe yönetimini daha sistematik bir şekilde gerçekleştirebilmektedir (Sezen-Gültekin ve Hamutoğlu, 2020).

#### Okul Yönetiminde Dijitalleşme Süreci

Dijitalleşme, okul yönetim süreçlerinde büyük bir dönüşümü beraberinde getirmiştir. Geleneksel yönetim anlayışı, birçok sürecin manuel olarak yürütülmesini gerektirirken, dijital sistemler bu süreçleri daha hızlı ve hatasız bir hale getirmiştir. Örneğin, öğrenci kayıt ve takip sistemleri, dijital ortamda yönetildiğinde, öğrenci bilgilerine anında erişim sağlanabilir ve verilerin güncellenmesi çok daha kolay hale gelir. Ayrıca

okul içi iletişimi kolaylaştıran dijital platformlar sayesinde öğretmenler, yöneticiler ve veliler arasındaki bilgi akışı hızlanmış ve daha şeffaf hale gelmiştir (Triplett, 2023).

Okul yönetiminde dijitalleşme sürecinin en önemli bileşenlerinden biri, veri tabanları ve öğrenci takip sistemleridir. Geleneksel yöntemlerle öğrenci performans takibi ve devamsızlık kayıtları tutmak oldukça zaman alıcı ve hataya açık bir süreçken, dijital sistemler sayesinde bu veriler anlık olarak güncellenebilir ve detaylı analizler yapılabilir. Öğrencilerin akademik performansları, öğretmen geribildirimleri ve sınav sonuçları gibi veriler, yapay zeka destekli analiz araçları ile değerlendirilebilir ve böylece yöneticiler daha bilinçli kararlar alabilir (Maryamkhan ve Khojirakhan, 2024).

#### Yönetim Bilgi Sistemleri (YBS) ve Eğitim Yönetimi

Yönetim Bilgi Sistemleri (YBS), eğitim kurumlarının operasyonel süreçlerini optimize etmek için geliştirilmiş dijital sistemlerdir. Bu sistemler, öğretmen atamalarından ders programlarının oluşturulmasına, öğrenci verilerinin analiz edilmesine ve mali kaynakların yönetilmesine kadar birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Örneğin, bir okulun bütçe planlaması, manuel hesaplamalar yerine gelişmiş analiz araçları kullanılarak daha hızlı ve verimli bir şekilde yapılabilir (Sezen-Gültekin ve Hamutoğlu, 2020).

YBS sistemleri, öğretmenlerin performanslarını değerlendirmek için de kullanılmaktadır. Geleneksel değerlendirme yöntemleri, öğretmenlerin ders anlatım yeteneklerini ve öğrenci başarısını tam olarak yansıtamazken, dijital sistemler sayesinde daha kapsamlı bir analiz yapmak mümkün olmaktadır. Öğrenci anketleri, öğretmenlerin derslerde kullandığı materyaller, öğrenci başarı oranları ve velilerden gelen geri bildirimler gibi çeşitli faktörler, öğretmen performans değerlendirme sistemlerine entegre edilerek analiz edilmektedir (Khanna, Yadav, Reddy, Kalele, Zaveri, Goyal ve Ambulkar, 2024).

#### Veri Tabanları ve Öğrenci Takip Sistemleri

Okul yönetiminde dijital veri tabanları, öğrenci kayıtları, akademik performanslar, devamsızlık verileri ve disiplin kayıtları gibi bilgilerin merkezi bir sistemde saklanmasını ve analiz edilmesini sağlar. Dijital öğrenci takip sistemleri sayesinde yöneticiler, öğrencilerin gelişimini daha yakından takip edebilir ve eğitim süreçlerine daha bilinçli müdahalelerde bulunabilir. Örneğin, bir öğrencinin akademik performansında belirgin bir düşüş yaşandığında, sistem otomatik olarak öğretmenlere ve velilere uyarı gönderebilir ve gerekli destek mekanizmaları devreye alınabilir (Triplett, 2023).

Ayrıca, büyük veri analitiği kullanılarak öğrencilerin hangi derslerde zorlandığı, hangi konularda daha fazla desteklenmeleri gerektiği belirlenebilir. Bu tür sistemler, eğitim yöneticilerine gelecekteki eğitim politikalarını planlamada rehberlik edebilir ve öğretmenlerin ders içeriklerini öğrenci ihtiyaçlarına göre şekillendirmesine yardımcı olabilir (Rahmat vd., 2023).

#### Öğretmen ve Öğrenci Performans Değerlendirmelerinde Teknolojinin Rolü

Öğretmen ve öğrenci performans değerlendirme süreçlerinde dijital teknolojilerin kullanımı, eğitimde şeffaflığı ve nesnelliği artırmaktadır. Geleneksel değerlendirme yöntemlerinde öğretmenlerin performansını ölçmek, genellikle sınıf içi gözlemler veya öğrenci geri bildirimleri ile sınırlıyken, dijital sistemler öğretmenlerin ders anlatım yöntemlerini, öğrenci başarı oranlarını ve ders materyallerinin etkinliğini analiz edebilir. Benzer şekilde, öğrencilerin akademik performansları, yapay zeka destekli öğrenme analitikleri kullanılarak değerlendirilmekte ve eksik oldukları konular belirlenerek kişiselleştirilmiş öğrenme önerileri sunulmaktadır (Ahzan vd., 2024).

#### 4 FEN EĞİTİMİ İÇİN TEKNOLOJİK UYGULAMALAR

Fen eğitimi, bilimsel kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmak için çeşitli öğretim yöntemlerini ve araçlarını kullanır. Geleneksel yöntemler çoğunlukla sınıf içi ders anlatımı ve fiziksel deneylerle sınırlıydı. Ancak teknolojinin gelişmesiyle birlikte, fen eğitimi çok daha etkileşimli ve öğrenci merkezli bir hale gelmiştir. Dijital teknolojiler, öğrencilerin bilimsel süreçleri keşfetmelerini, hipotezler oluşturmalarını ve deneyler yapmalarını mümkün kılmaktadır. Bu araçlar, özellikle karmaşık veya erişimi zor olan deneysel süreçleri sanal ortamda gerçekleştirme olanağı sunarak fen eğitiminin kalitesini artırmaktadır (Rahmat, Kuswanto ve Wilujeng, 2023).

#### Akıllı Tahta ve Etkileşimli Ders Materyalleri

Akıllı tahtalar, fen derslerinde etkileşimi artırarak öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden teknolojik araçlardan biridir. Öğretmenler, ders anlatımlarında dijital notlar kullanabilir, interaktif sunumlar yapabilir ve öğrencilere anında geri bildirim sağlayabilir. Ayrıca, akıllı tahtalar sayesinde öğretmenler canlı simülasyonlar ve üç boyutlu modeller kullanarak fen bilimleri konularını daha anlaşılır hale getirebilir. Örneğin, bir biyoloji dersinde hücre yapısını görselleştirmek veya fizik dersinde elektrik devrelerini interaktif olarak incelemek mümkün hale gelmektedir (Mahbub, Wafik, Uddin ve Rahman, 2024).

Etkin bir şekilde kullanılan akıllı tahtalar, öğrencilere kendi hızlarında öğrenme imkânı sunarak bireysel öğrenme farklılıklarını desteklemektedir. Öğrenciler, öğretmenlerinin dersi anlatırken kaydettiği içeriklere daha sonra tekrar ulaşabilir ve eksik oldukları konuları kendi tempolarında çalışabilirler. Bu tür materyaller, özellikle karmaşık fen bilimleri konularının anlaşılmasını kolaylaştırarak öğrencilerin derse olan ilgisini artırmaktadır (Ahzan, Prayogi, Azmi, Asy'ari ve Samsuri, 2024).

#### Sanal Laboratuvarlar ve Simülasyonlar

Fen bilimlerinde deney yaparak öğrenme, bilimsel düşünme becerilerini geliştirmek için kritik bir öneme sahiptir. Ancak, birçok okulun yeterli laboratuvar altyapısına sahip olmaması, öğrencilere bu deneyleri gerçekleştirme fırsatı sunmamaktadır. Sanal laboratuvarlar ve simülasyonlar, öğrencilere güvenli, düşük maliyetli ve erişilebilir bir deneyim sunarak bu sorunu büyük ölçüde çözmektedir (Maryamkhan ve Khojirakhan, 2024).

Kimya laboratuvarlarında tehlikeli veya pahalı deneyler sanal simülasyonlarla gerçekleştirilerek öğrencilere gerçekçi bir deneyim sunulabilmektedir. Benzer şekilde, biyoloji derslerinde sanal mikroskoplar kullanılarak hücre ve organizmalar detaylı bir şekilde incelenebilir. Fizik derslerinde ise kinematik ve optik konuları, interaktif simülasyonlarla görselleştirilerek öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına yardımcı olmaktadır (Triplett, 2023).

Bu tür sanal ortamlar, öğrencilerin hipotezler geliştirmelerine, deneyleri tekrar etmelerine ve farklı değişkenleri test etmelerine olanak tanır. Gerçek laboratuvarlarda sınırlı zaman ve materyal nedeniyle gerçekleştirilemeyen deneyler, dijital ortamda defalarca tekrarlanarak öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerini sağlar.

#### Mobil Uygulamalar ve Eğitim Yazılımları

Günümüzde akıllı telefonlar ve tabletler, eğitim sürecinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Fen eğitimi için geliştirilen mobil uygulamalar, öğrencilerin dersleri daha eğlenceli ve etkileşimli bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmaktadır. Örneğin, artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları sayesinde öğrenciler, DNA molekülünü üç boyutlu olarak inceleyebilir veya astronomi derslerinde güneş sistemini sanal ortamda keşfedebilirler (Khanna, Yadav, Reddy, Kalele, Zaveri, Goyal ve Ambulkar, 2024).

Öğrencilerin kendi kendine öğrenmesini destekleyen yapay zeka tabanlı uygulamalar, bireysel öğrenme hızına göre uyarlanmış ders içerikleri sunarak öğrenme sürecini optimize etmektedir. Örneğin, bir öğrencinin zorlandığı konular analiz edilerek, ona özel ek kaynaklar ve interaktif alıştırmalar önerilmektedir. Bu tür uygulamalar, öğrencilerin eksik kaldıkları konuları tamamlamalarını sağlarken, öğretmenlere de öğrencilerin ilerleme durumlarını izleme fırsatı sunmaktadır (Ahzan vd., 2024).

#### Yapay Zeka ve Öğrenme Analitikleri

Fen eğitiminde yapay zeka (AI) kullanımı, öğrencilerin öğrenme süreçlerini bireyselleştirmek ve veriye dayalı analizler yapmak için güçlü bir araç haline gelmiştir. AI destekli öğrenme sistemleri, öğrencilerin derslere katılım durumlarını, çözme hızlarını ve hata yapma eğilimlerini analiz ederek, onlara özel öğrenme stratejileri geliştirmektedir. Örneğin, bir öğrencinin belirli bir konu üzerinde zorlandığını belirleyen bir yapay zeka algoritması, ona özel ek alıştırmalar sunabilir veya alternatif öğrenme materyalleri önerebilir (Sezen-Gültekin ve Hamutoğlu, 2020).

Öğrenme analitikleri sayesinde öğretmenler, sınıf genelindeki başarı oranlarını izleyebilir ve hangi konuların öğrenciler için daha zorlayıcı olduğunu belirleyerek ders içeriklerini buna göre düzenleyebilir. Bu teknolojiler, özellikle büyük öğrenci gruplarına ders veren öğretmenler için zaman kazandırıcı bir çözümdür.

Fen eğitimi için geliştirilen teknolojik uygulamalar, öğrencilerin bilimsel kavramları daha iyi anlamalarına, öğrenme süreçlerini kişiselleştirmelerine ve derslere daha aktif katılım sağlamalarına olanak tanımaktadır. Dijital araçların etkin kullanımı, fen eğitiminde öğrenme verimliliğini artırarak geleceğin bilim insanlarının yetişmesine katkıda bulunmaktadır.

## 5 OKUL YÖNETİMİ VE FEN EĞİTİMİ ARASINDAKİ TEKNOLOJİ DESTEKLİ ETKİLEŞİM

Teknolojinin eğitimde artan rolü, yalnızca sınıf içi öğrenme süreçlerini değil, aynı zamanda okul yönetimi ile fen eğitimi arasındaki etkileşimi de dönüştürmektedir. Okul yöneticileri, teknoloji kullanarak eğitim süreçlerini daha verimli hale getirirken, fen bilimleri öğretmenleri de bu teknolojik imkanlardan yararlanarak ders materyallerini zenginleştirebilmektedir. Bu etkileşim, dijital eğitim politikalarının uygulanması, öğretmenlerin profesyonel gelişimi, öğrenci başarı takibi ve eğitim teknolojilerinin sınıflara entegrasyonu gibi çeşitli alanları kapsamaktadır (Sofronova, Belchusov, Ignatieva ve Grigoriev, 2021).

Okul yönetimi ile fen eğitimi arasındaki teknoloji destekli etkileşim, büyük ölçüde okul yöneticilerinin teknolojiye yönelik tutumlarına ve destek politikalarına bağlıdır. Örneğin, dijital altyapısı güçlü okullarda fen eğitimi için sanal laboratuvarlar, veri analiz sistemleri ve artırılmış gerçeklik araçları daha etkin şekilde kullanılmaktadır. Ancak, teknolojiye erişimin sınırlı olduğu okullarda, fen eğitiminin gelişimi yavaşlamakta ve eğitimde fırsat eşitsizliği ortaya çıkmaktadır (Lyanda, Koteng ve Ong'unya, 2023).

### Okul Yöneticilerinin Teknoloji Kullanımına Bakışı

Okul yöneticilerinin teknolojiye yönelik tutumları, eğitimde dijital dönüşümün başarısını doğrudan etkilemektedir. Yönetimin teknolojiye karşı olumlu bir tutum sergilemesi, öğretmenlerin dijital araçları kullanmasını teşvik etmekte ve eğitimde yenilikçi uygulamaların benimsenmesini kolaylaştırmaktadır. Araştırmalar, teknoloji destekli yönetim sistemlerinin okul yöneticilerine öğrenci performansını izleme, öğretmenlerin mesleki gelişimini destekleme ve eğitim kaynaklarını daha verimli kullanma konusunda önemli avantajlar sağladığını göstermektedir (Yücesoy, Öznacar ve Debeş, 2020).

Öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik desteklenmesi de okul yöneticilerinin kritik görevlerinden biridir. Çeşitli araştırmalar, okul yönetiminden yeterli destek alamayan öğretmenlerin teknoloji kullanımına direnç gösterdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, Kenya'da yapılan bir çalışma, okul yönetimlerinin yeterli teknik destek ve motivasyon sağlamaması nedeniyle öğretmenlerin eğitim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanmadığını göstermiştir (Lyanda vd., 2023). Benzer şekilde, Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırma, yöneticilerin teknoloji politikalarına olan yaklaşımının, öğretmenlerin dijital araçları benimseme düzeyini doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur (Bamshad, Foster ve Kreuzer, 2022).

### Öğretmen ve Yöneticiler Arasında Teknoloji Kullanımına Dayalı İş Birliği

Fen eğitiminin etkili bir şekilde yürütülebilmesi için okul yöneticileri ile öğretmenler arasında teknoloji kullanımına dayalı bir iş birliği geliştirilmesi gerekmektedir. Dijital platformlar ve yönetim bilgi sistemleri, okul yöneticileri ile öğretmenler arasındaki iletişimi güçlendirmekte ve eğitim süreçlerinin daha şeffaf bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Örneğin, bulut tabanlı eğitim yönetim sistemleri, öğretmenlerin ders planlarını okul yöneticileriyle paylaşmalarına ve öğrenci performans verilerini gerçek zamanlı olarak izlemelerine olanak tanımaktadır (Rina ve Sugiarto, 2022).

Öğretmenlerin mesleki gelişimini destekleyen teknoloji tabanlı uygulamalar da bu iş birliğinin önemli bir parçasıdır. Çevrimiçi eğitim modülleri, webinarlar ve dijital öğretmen toplulukları, fen öğretmenlerinin teknoloji destekli öğretim yöntemleri hakkında bilgi edinmelerine ve meslektaşlarıyla deneyimlerini paylaşmalarına olanak tanımaktadır (Torrato, Aguja ve Prudente, 2021).

### Teknoloji Destekli Eğitim Politikalarının Etkisi

Eğitim politikalarının dijitalleşme sürecine uyumlu olması, teknoloji destekli fen eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için kritik bir faktördür. Eğitim politikalarının belirlenmesinde okul yöneticilerinin ve öğretmenlerin görüşlerinin dikkate alınması, uygulamada karşılaşılan zorlukların aşılmasını kolaylaştırmaktadır. Teknoloji entegrasyonuna yönelik geliştirilen eğitim politikalarının etkili olabilmesi için, öğretmen eğitimleri, dijital içerik geliştirme ve altyapı yatırımlarının bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir (Banu, 2023).

Birçok ülkede uygulanan teknoloji tabanlı eğitim politikaları, fen eğitiminin daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlamaktadır. Örneğin, İrlanda'da gerçekleştirilen bir çalışma, veri bilimi ve nesnelere interneti (IoT) tabanlı STEAM projelerinin fen öğretiminin daha etkileşimli hale getirdiğini ve öğrencilere yeni beceriler kazandırdığını ortaya koymuştur (Liston, Morrin, Furlong ve Griffin, 2022).

Okul yönetimi ile fen eğitimi arasındaki teknoloji destekli etkileşim, eğitim süreçlerini daha etkili hale getirerek öğrenci başarısını artırmaktadır. Okul yöneticilerinin teknoloji kullanımını teşvik eden bir yaklaşım benimsemesi, öğretmenlerin dijital araçları benimsemesini kolaylaştırmakta ve fen derslerinin daha verimli işlenmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, eğitim politikalarının dijitalleşmeye uyumlu hale getirilmesi ve öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin desteklenmesi, fen eğitiminin gelecekte daha da güçlenmesini sağlayacaktır.

## 6 TEKNOLOJİ KULLANIMININ AVANTAJLARI VE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Teknoloji, eğitim ve okul yönetimi süreçlerine entegre edildiğinde öğrenme deneyimlerini daha etkili hale getirme, bireyselleştirilmiş eğitim imkanları sunma ve öğretmenlerin pedagojik uygulamalarını zenginleştirme potansiyeline sahiptir. Eğitim teknolojileri, bilimsel kavramların somutlaştırılmasını sağlarken, yapay zeka ve büyük veri analitiği gibi araçlar öğrencilerin öğrenme süreçlerini optimize etmeye yardımcı olmaktadır (Khosravi, Sadiq ve Amer-Yahia, 2023). Ancak bu teknolojilerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için okulların teknik altyapılarının güçlendirilmesi, öğretmenlerin dijital pedagojik becerilerinin geliştirilmesi ve veri güvenliği gibi çeşitli zorlukların aşılması gerekmektedir.

### Teknolojinin Fen Eğitiminde ve Okul Yönetiminde Sağladığı Avantajlar

Dijital eğitim araçları, öğrencilerin daha etkili öğrenmesini sağlamanın yanı sıra, okul yönetim süreçlerini de daha verimli hale getirmektedir. Eğitimde teknolojinin sunduğu avantajlardan bazıları şunlardır:

- **Bireyselleştirilmiş Öğrenme:** Yapay zeka destekli öğrenme platformları, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına göre içerikler sunarak öğrenme deneyimini optimize etmektedir. Özellikle STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanlarında öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmesi için yapay zeka tabanlı sistemler büyük fayda sağlamaktadır (Triplett, 2023).
- **Görselleştirme ve Simülasyon:** Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal laboratuvarlar, soyut bilimsel kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Öğrenciler, fizik, kimya veya biyoloji derslerinde sanal deneyler yaparak bilimsel süreçleri birebir deneyimleyebilmektedir (Miqdadi, Nawafleh ve Bani-Khair, 2024).
- **Öğretmenlerin Ders Planlamasını Kolaylaştırma:** Eğitim yönetim sistemleri, öğretmenlerin ders içeriklerini planlamasına, öğrenci performanslarını değerlendirmesine ve öğretim materyallerini düzenlemesine yardımcı olmaktadır (Junger vd., 2023).
- **Öğrenci Performansının Anlık Takibi:** Dijital değerlendirme araçları sayesinde, öğrencilerin akademik başarıları anlık olarak takip edilerek, öğretmenlerin daha bilinçli geri bildirimler vermesi sağlanmaktadır. Büyük veri analitiği ile desteklenen eğitim sistemleri, öğrencilerin en çok zorlandığı konuları belirleyerek kişiselleştirilmiş destek mekanizmaları sunmaktadır (Murugan ve Husnin, 2024).
- **Uzaktan Eğitim ve Esneklik:** Özellikle pandemi sonrası eğitim süreçlerinde, dijital platformlar öğrencilere uzaktan eğitim imkanı sunarak eğitime erişimi artırmıştır. Video dersler, interaktif öğrenme modülleri ve çevrimiçi sınavlar, öğrencilerin zaman ve mekândan bağımsız olarak eğitim almasını sağlamaktadır (Pradana ve Josiah, 2024).

### Teknolojiye Erişim Sorunları

Teknolojinin eğitimde etkili bir şekilde kullanılabilmesi için öğrencilerin ve öğretmenlerin gerekli dijital araçlara ve internet erişimine sahip olması gerekmektedir. Ancak, özellikle kırsal bölgelerdeki okullar, internet altyapısının yetersizliği ve dijital cihaz eksikliği nedeniyle teknolojiyi yeterince kullanamamaktadır. Endonezya'da yapılan bir araştırma, kırsal okullarda internet bağlantısının sınırlı olması ve dijital kaynakların yetersizliği nedeniyle öğrencilerin dijital öğrenme süreçlerine tam olarak katılmadığını ortaya koymuştur (Pradana ve Josiah, 2024).

Benzer şekilde, Angola'da yapılan bir araştırma, dijital teknolojilerin eğitimde daha yaygın kullanılabilmesi için altyapı yatırımlarının artırılması gerektiğini ve internet erişimi olmayan bölgelerde eğitimin geleneksel yöntemlerle devam ettiğini göstermektedir (Cangondo vd., 2022).

#### Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımı Konusunda Karşılaştığı Engeller

Eğitim teknolojilerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin dijital pedagojik becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ancak birçok öğretmen, teknoloji kullanımına yönelik yeterli eğitim almadığı için dijital araçları sınıflarında etkili bir şekilde kullanamamaktadır (Rodrigues ve Castro, 2020).

- Dijital Pedagoji Eğitimi Eksikliği: Çoğu öğretmen, ders içeriklerini teknoloji ile nasıl entegre edeceğini bilmemektedir.
- Zaman ve İş Yükü: Öğretmenler, mevcut iş yüklerinin yoğunluğu nedeniyle yeni teknolojilere adapte olmada zorluk çekmektedir.
- Teknik Destek Eksikliği: Okullarda yeterli teknik destek ekiplerinin bulunmaması, öğretmenlerin yaşadığı teknik sorunları çözüme kavuşturmayı zorlaştırmaktadır (Miqdadi vd., 2024).

#### Veri Güvenliği ve Mahremiyet Endişeleri

Dijital eğitim sistemlerinin yaygınlaşması, öğrenci ve öğretmen bilgilerinin büyük veri sistemlerinde saklanması gerektirmektedir. Ancak bu durum, veri güvenliği ve gizlilik ihlalleri konusunda önemli endişeleri de beraberinde getirmektedir. Öğrenci verilerinin yetkisiz kişilerin eline geçmesi veya ticari amaçlarla kullanılması, eğitimde dijitalleşmenin etik boyutunu tartışmaya açmaktadır (Zheng, 2024).

Eğitim teknolojilerinin sunduğu avantajlardan tam olarak yararlanabilmek için, okulların dijital altyapılarını güçlendirmesi, öğretmenleri desteklemesi ve veri güvenliğini ön planda tutması gerekmektedir.

### 7 TÜRKİYE VE DÜNYADA FEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ KULLANIMI ÜZERİNE ÖRNEK UYGULAMALAR

Fen eğitimi, bilimsel düşünme becerilerini geliştirmek, öğrencileri bilimsel süreçlerle tanıştırmak ve onları geleceğin bilim insanları olarak yetiştirmek için kritik bir role sahiptir. Teknolojinin fen eğitimine entegrasyonu, eğitim sürecini daha etkileşimli, erişilebilir ve verimli hale getirmekte, öğrencilere gerçek dünyadaki bilimsel olayları keşfetme fırsatı sunmaktadır (Hastürk, 2021). Türkiye ve dünya genelinde farklı ülkelerde fen eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik çeşitli projeler ve başarılı uygulamalar bulunmaktadır. Bu bölümde, fen eğitimi için teknoloji entegrasyonuna ilişkin dünya çapında ve Türkiye'de uygulanan örnek modeller incelenecektir.

#### Başarılı Okul Yönetimi Modelleri

Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun başarılı olabilmesi için okul yönetimi, öğretmen eğitimi ve dijital altyapının geliştirilmesi gibi faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Dünya genelinde eğitimde teknoloji entegrasyonu konusunda başarılı modeller geliştirilmiş ve fen eğitiminin niteliğini artıran uygulamalar hayata geçirilmiştir.

Finlandiya, teknoloji destekli eğitim sistemleri ile dünya genelinde başarılı bir model olarak gösterilmektedir. Ülkede STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimi, oyun tabanlı öğrenme, sanal laboratuvarlar ve yapay zeka destekli eğitim programları ile desteklenmektedir. Öğrenciler, fen bilimleri derslerinde sanal simülasyonları kullanarak deneyler gerçekleştirebilmekte ve farklı öğrenme senaryoları üzerinde çalışmalar yapabilmektedir (Liston, Morrin, Furlong ve Griffin, 2022).

Benzer şekilde, Singapur'da fen eğitiminde teknoloji kullanımı, öğrenci merkezli öğrenme ortamları ve yapay zeka destekli kişiselleştirilmiş öğrenme sistemleri ile desteklenmektedir. Eğitim politikaları, öğrencilerin dijital becerilerini geliştirmek ve bilimsel düşünme yeteneklerini artırmak amacıyla teknoloji destekli ders materyalleri ve interaktif eğitim platformları ile zenginleştirilmiştir (Zheng, 2024).

#### STEM ve STEAM Eğitiminde Teknoloji Kullanımı



STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimi, bilimsel düşünme becerilerini desteklemek amacıyla birçok ülkede uygulanan bir eğitim yaklaşımıdır. Son yıllarda STEM yaklaşımına sanat (A: Arts) eklenerek STEAM modeli geliştirilmiş ve öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri ön plana çıkarılmıştır.

ABD, STEM eğitimi konusunda dünya liderlerinden biri olarak kabul edilmektedir. NASA ve Google gibi büyük kuruluşlar, öğrenciler için STEM projeleri geliştirmekte ve sanal laboratuvarlar aracılığıyla fen eğitiminin daha erişilebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Özellikle NASA'nın geliştirdiği sanal laboratuvarlar, öğrencilerin fizik, kimya ve biyoloji derslerinde deneyler yapmasına ve bilimsel süreçleri interaktif olarak öğrenmesine yardımcı olmaktadır (Efe ve Hanas, 2022).

Almanya'da uygulanan STEM eğitim modeli, mesleki eğitimi destekleyen laboratuvar uygulamaları ile fen bilimleri derslerini daha uygulamalı hale getirmektedir. Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları, öğrencilerin bilimsel olayları gerçek dünyada deneyimlemesini sağlamaktadır (Koştur, 2022).

#### Türkiye'deki Okullarda Teknoloji Kullanımına Yönelik Politika ve Projeler

Türkiye'de STEM eğitimi, 2010'lu yıllardan itibaren Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) eğitim politikalarına entegre edilmeye başlanmıştır. Türkiye'nin STEM eğitimine yönelik attığı en önemli adımlardan biri, Scientix projesine katılımıdır. Bu proje kapsamında, fen eğitiminin daha disiplinler arası hale getirilmesi ve teknoloji ile desteklenmesi amaçlanmıştır (Kudaibergenova, Abdrahmanova ve Umbetkulova, 2022).

Türkiye'de teknoloji destekli fen eğitimi uygulamalarına yönelik bir diğer önemli girişim ise FATİH Projesidir. Bu proje, sınıflarda akıllı tahta kullanımını yaygınlaştırarak öğrencilere dijital eğitim materyallerine erişim imkanı sunmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar, öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik yeterli eğitim almadığı durumlarda bu tür projelerin beklenen etkiyi yaratmada yetersiz kalabileceğini göstermektedir (Kulakoglu ve Kondakçı, 2022).

Türkiye'de STEM eğitimi üzerine yapılan bir araştırmada, ortaokul öğrencilerinin STEM derslerine yönelik tutumları ve teknoloji kullanımına olan eğilimleri incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin teknolojiye olan ilgisi arttıkça STEM derslerindeki başarı düzeyleri de yükselmektedir (Hastürk, 2021). Ancak, bazı öğrenciler için teknoloji kullanımının STEM algısını olumsuz etkileyebildiği ve teknolojiyi sadece eğlence amaçlı kullanma eğiliminde oldukları belirtilmiştir.

Türkiye'de üniversiteler de STEM eğitiminin yaygınlaştırılması için projeler geliştirmektedir. Örneğin, bazı üniversiteler, öğretmen adaylarına yönelik STEM eğitimleri düzenleyerek öğretmenlerin dijital pedagojik becerilerini artırmaya yönelik çalışmalar yürütmektedir (Temur, Durukan ve Artun, 2022).

Fen eğitiminde teknoloji kullanımı, öğrencilerin bilimsel süreçlere olan ilgisini artırmakta ve öğrenme sürecini daha etkili hale getirmektedir. Türkiye'de STEM eğitimi, Scientix ve FATİH Projesi gibi girişimlerle desteklenmekte, ancak öğretmen eğitimi ve altyapı yetersizlikleri gibi sorunların çözülmesi gerekmektedir.

## 8 SONUÇ

Eğitimde teknolojinin entegrasyonu, fen eğitimi ve okul yönetimi alanlarında önemli değişimler yaratmaktadır. Teknolojik araçların öğretim süreçlerine dahil edilmesi, öğrencilerin bilimsel kavramları daha iyi anlamalarına, öğretmenlerin ders materyallerini daha etkili kullanmalarına ve okul yöneticilerinin eğitim süreçlerini daha sistematik bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır. Özellikle STEM ve STEAM temelli eğitim modelleri, artırılmış gerçeklik (AR), yapay zeka destekli öğrenme sistemleri ve sanal laboratuvarlar gibi dijital araçlarla zenginleştirilerek öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmektedir (Rahmat, Kuswanto ve Wilujeng, 2023).

Okul yönetiminde dijitalleşme, eğitim süreçlerinin daha verimli ve şeffaf bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Yönetim bilgi sistemleri (YBS), öğrenci takip sistemleri ve dijital değerlendirme araçları gibi teknolojiler, eğitim yöneticilerinin daha bilinçli kararlar almasına ve öğretmenlerin ders planlamalarını optimize etmelerine yardımcı olmaktadır (Banu, 2023). Bununla birlikte, teknoloji kullanımına yönelik farkındalığın artırılması ve eğitim politikalarının bu doğrultuda şekillendirilmesi, teknolojinin eğitimde sürdürülebilir şekilde kullanılması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Teknolojinin fen eğitimine ve okul yönetimine entegrasyonunu daha etkili hale getirmek için aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- Öğretmenlerin dijital araçları sınıflarında etkin bir şekilde kullanabilmeleri için düzenli eğitim programlarına katılmaları sağlanmalıdır. Araştırmalar, öğretmenlerin teknolojiye olan ilgilerinin ve dijital becerilerinin, öğrencilerin fen derslerindeki başarısını doğrudan etkilediğini göstermektedir (Sellami, Santhosh, Bhadra ve Ahmad, 2024).
- Okulların internet erişimi, donanım altyapısı ve yazılım kaynakları artırılmalıdır. Teknolojiye erişimde bölgesel eşitsizliklerin giderilmesi için kırsal bölgelerdeki okullara özel destek politikaları uygulanmalıdır (Villena ve Caballes, 2020).
- Eğitim yöneticileri, öğretmenlere teknoloji entegrasyonu konusunda daha fazla destek sağlamalıdır. Yönetim bilgi sistemlerinin öğretmenlerin ders planlaması, öğrenci performans takibi ve mesleki gelişimi için kullanılmasını teşvik etmek, eğitimde teknoloji kullanımını daha etkin hale getirecektir (Pasi, Gabutan ve Potane, 2024).
- Sanal laboratuvarlar, artırılmış gerçeklik (AR) ve yapay zeka destekli analiz sistemleri gibi dijital araçların fen eğitiminde daha fazla kullanılması teşvik edilmelidir. Özellikle STEM tabanlı uygulamaların yaygınlaştırılması, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayacaktır (Yan, 2021).
- Dijital eğitim platformlarında öğrenci ve öğretmen verilerinin güvenliği sağlanmalıdır. Veri yönetimi politikalarının şeffaf hale getirilmesi ve uluslararası standartlara uygun güvenlik önlemlerinin alınması, eğitimde teknoloji kullanımına yönelik güveni artıracaktır (Nargis Banu, 2023).
- Eğitimde teknoloji kullanımına yönelik politikalar, öğretmenlerin dijital becerilerini artırmaya yönelik uzun vadeli planlarla desteklenmelidir. Ayrıca, eğitim kurumlarının teknolojik dönüşüm sürecini hızlandıracak ulusal ve uluslararası iş birlikleri geliştirilmelidir (Sezen-Gültekin ve Hamutoğlu, 2020).

Fen eğitiminde ve okul yönetiminde teknolojinin etkin kullanımı, eğitim sistemlerini daha verimli, erişilebilir ve yenilikçi hale getirecektir. Ancak, bu dönüşümün başarılı olabilmesi için öğretmen eğitimi, altyapı yatırımları, politika geliştirme ve veri güvenliği gibi konuların bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir. Teknoloji destekli eğitim süreçlerinin daha yaygın hale getirilmesiyle birlikte, öğrencilerin bilimsel düşünme becerileri güçlenecek ve eğitim kalitesi küresel ölçekte artırılabilecektir.

## KAYNAKÇA

- Ahzan, M., Prayogi, S., Azmi, S., Asy'ari, M., & Samsuri, S. (2024). Technology-based future science education: Axiological and epistemological perspectives. *International Journal of Science Education*, 46(2), 134-150.
- Banu, A. N. (2023). The impact of technology integration in educational management and administration. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 5(6), 1-12.
- Cangondo, J. P., Pombo, L., & Lopes, J. B. (2022). Computer science education in Angola: The key challenges of digital transformation. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 14(3), 385-402.
- Efe, R., & Hanas, E. (2022). Evaluation of STEM education by Turkish science teachers. *Journal of STEM Education Research*, 2(3), 45-60.
- Hastürk, C. (2021). Investigation of secondary school students' attitude towards STEM education and technology integration. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(4), 215-229.
- Junger, H., Oliveira, C. A., & Pereira, F. (2023). The role of school management in technological practices: Bridging gaps in education. *International Journal of Educational Administration and Policy Studies*, 15(2), 67-84.
- Khanna, L., Yadav, A., Reddy, K., Kalele, G., Zaveri, B., Goyal, S., & Ambulkar, A. (2024). Investigating the evolution of technological integration on teaching effectiveness and staff development. *Evolutionary Studies in Imaginative Culture*, 11(5), 87-102. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1183>

- Khosravi, H., Sadiq, S., & Amer-Yahia, S. (2023). Data management of AI-powered education technologies: Challenges and opportunities. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 112-130. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00205-8>
- Koştur, I. (2022). Assessment of STEM projects: Tacit perspective of Turkish science educators. *International Journal of STEM Education*, 7(2), 123-138.
- Kudaibergenova, D., Abdrakhmanova, K., & Umbetkulova, A. (2022). Experience of Turkey in STEM education. *Turkish Journal of Educational Studies*, 18(2), 35-49.
- Kulakoglu, M., & Kondakçı, E. (2022). STEM education as a concept borrowing issue: Perspectives of Turkish educators. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(5), 987-1003.
- Liston, M., Morrin, A., Furlong, C., & Griffin, C. (2022). Integrating data science and the internet of things into STEM education: A case study in Ireland. *Journal of Educational Computing Research*, 60(1), 78-96. <https://doi.org/10.1177/07356331221089043>
- Lyanda, J., Koteng, P., & Ong'unya, D. O. (2023). School administration support systems for educational technology integration: A case study from Kenya. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 19(1), 45-62.
- Mahbub, R., Wafik, M., Uddin, S., & Rahman, K. (2024). Integration of technology in chemistry education at secondary level: A case study. *Journal of Chemical Education*, 101(3), 67-82.
- Maryamkhan, A., & Khojirakhan, R. (2024). Technology-science training integration: A new era of digital education management. *Educational Technology & Society*, 27(1), 45-61.
- Miqdadi, A. A., Nawafleh, N. A., & Bani-Khair, B. (2024). Science teachers' perceptions towards the challenges of ICT integration in education. *Educational Technology Research and Development*, 72(1), 27-41.
- Murugan, R., & Husnin, H. (2024). Advantages of using technology in classroom assessment to enhance student learning. *Journal of Educational Assessment and Evaluation*, 41(3), 120-135.
- Nargis Banu, A. (2023). The impact of technology integration in educational management and administration. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 5(6), 1-12.
- Pasi, R., Gabutan, J., & Potane, J. D. (2024). Management support and acceptance of the implementation of classroom technology integration among private school teachers. *Journal of Interdisciplinary Perspectives*, 9(2), 55-72.
- Pradana, A., & Josiah, R. (2024). Application of technology in educational management in rural schools: Challenges and solutions. *Educational Management Review*, 39(2), 88-102.
- Rahmat, A. D., Kuswanto, H., & Wilujeng, I. (2023). Integrating technology into science learning in junior high school: Perspective of teachers. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 150-164. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.2922>
- Rina, L., & Sugiarto, A. (2022). Assistance in management of network-based school administration e-archives (cloud). *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 7(3), 203-217.
- Rodrigues, M., & Castro, P. (2020). The challenges of education in front of new technologies: An analysis of ICT integration. *Educational Technology and Society*, 23(4), 111-125.
- Sellami, A., Santhosh, M. E., Bhadra, J., & Ahmad, Z. (2024). High school teachers' perceptions of technology integration in instruction. *On the Horizon: The International Journal of Learning Futures*, 32(1), 10-29. <https://doi.org/10.1108/oth-10-2023-0032>
- Sezen-Gültekin, G., & Hamutoğlu, N. (2020). Technology integration in educational administration: Challenges and future directions. In *Educational Leadership and Innovation Management* (pp. 121-141). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1408-5.ch007>
- Sofronova, N., Belchusov, A., Ignatieva, E., & Grigoriev, Y. (2021). The technology of collaboration between science and general education in case of the activities of a public organization. *Proceedings of the 2021 1st International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE)*, 143-146.

- Stohlmann, M. (2020). Integrated STEM education through game-based learning: Strategies for improving student engagement and understanding. *Journal of STEM Education Research*, 5(4), 243-259.
- Temur, T., Durukan, A., & Artun, H. (2022). The relationship between the pre-service science teachers' self-efficacy perceptions and their attitudes towards STEM education. *Journal of Science Teacher Education*, 33(2), 76-92.
- Torrato, J. B., Aguja, S., & Prudente, M. (2021). Examining school administrators' technology integration leadership. *The International Journal of Learning*, 7(1), 38-42.
- Triplett, W. J. (2023). Impact of technology integration in STEM education. *Cybersecurity and Innovative Technology Journal*, 1(1), 29-45. <https://doi.org/10.53889/citj.v1i1.295>
- Villena, R. R., & Caballes, D. (2020). The role of ICT in facilitating learning in teaching science, technology, and society. *Data Mining and Knowledge Engineering*, 12(4), 67-82.
- Yan, Z. (2021). Preliminary research on the integration of modern educational technology and primary school teaching. *Advances in Virtual and Technology Education*, 3(2), 1-5. <https://doi.org/10.23977/AVTE.2021.030201>
- Yücesoy, T., Öznacar, B., & Debeş, G. (2020). Evaluation of school administrators' views on the use of digital technologies in educational management. *Journal of Educational Policy and Management*, 5(2), 54-72.
- Zheng, Y. (2024). Opportunities and challenges of school management in the digital age. *Educational Administration Review*, 38(1), 101-118.