

EĞİTİM ve İNSANİ BİLİMLER DERGİSİ

Teori ve Uygulama

Cilt: 16 / Sayı: 32 / Güz 2025

JOURNAL of EDUCATION and HUMANITIES

Theory and Practice

Vol: 16 / No: 32 / Fall 2025

Biyoloji Eğitiminde Yapay Zeka Kullanımı: Bibliyometrik İnceleme ve İçerik Analizi

The Use of Artificial Intelligence in Biology Education: A Bibliometric and Content Analysis

Makale Türü (Article Type): Araştırma (Research)

Mihrican BALABAN ZOR

www.dergipark.gov.tr/eibd
eibd@eibd.org.tr

Biyoloji Eğitiminde Yapay Zeka Kullanımı: Bibliyometrik İnceleme ve İçerik Analizi

Mihrican BALABAN ZOR¹

DOI: 10.58689/eibd.1728713

Öz: Yapay zeka ile ilgili gelişmelerin hız kazanması, eğitim alanını da oldukça etkilemektedir. Bu araştırma, Biyoloji eğitiminde yapay zekanın kullanımına yönelik yapılan çalışmalara ulaşıp bu çalışmaların yapay zekanın biyoloji eğitiminde nasıl kullanıldığı, okullardaki uygulamalarını, kullanımının saplayacağı avantaj ve dezavantajları ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, bu alanda yapılan çalışmaların ele aldığı farklı yönler ve yapay zekanın biyoloji eğitiminde kullanımının nasıl ilerlediği de ortaya çıkarılmıştır. Araştırmada doküman analizi yöntemi kullanılmış ve veri analizinde bibliyometrik analiz ve içerik analizinden oluşan çok yönlü yaklaşım benimsenmiştir. Analize ait verileri elde etmek için araştırma konusuna uyan makalelere “Google Scholar”, “Scopus” ve “web of science” veri tabanlarından ulaşılmıştır. Bu veri tabanlarında “biology education”, “artificial intelligence” “AI”, “ChatGPT”, “LLM” gibi anahtar kelimeleri ile yapılan taramada gerekli ayıklamalar yapıldıktan sonra toplam 40 makale araştırma için kullanılmıştır. Analizin yapıldığı çalışmalar incelendiğinde biyoloji eğitiminde yapay zeka ile ilgili en fazla yayının yapıldığı yıllar 2023, 2024 ve devam eden 2025 yılı olarak görülmektedir. Ayrıca çalışmaların sonuçlarına bakıldığında yapay zekanın biyoloji eğitiminde kullanılmasının sağladığı avantajların yanı sıra denetimli bir şekilde yapılmadığında özellikle orta okul ve lise öğrencileri için dezavantajlarının da olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoloji eğitimi, Yapay zeka, ChatGBT, Lise eğitimi, İçerik analizi

Geliş Tarihi: 30.06.2025; Kabul Tarihi: 23.07.2025

Kaynakça Gösterimi: Balaban Zor, M. (2025). Biyoloji Eğitiminde Yapay Zeka Kullanımı: Bibliyometrik İnceleme ve İçerik Analizi. Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama, 16(32), 301-324

1 Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, mihrican.balaban@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8512-7398

Giriş

Dünyada ilk kez 1956 yılında Dartmouth College’de düzenlenen bir konferansta bahsedilen “Yapay Zeka” kavramı 2025 yılı itibarıyla günümüzde gelişimini hızla devam ettirmektedir. Yapay Zeka (YZ) kavramı, John McCarthy, Marvin L. Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude E. Shannon tarafından hazırlanan sunumun ardından çalışma alanı olarak kabul edilmiş alan yazında da yerini almıştır (Alpaydın, 2013). McCarthy’nin (2004) bu sunumda kullandığı tanıma göre, dünyanın hedeflerine ulaşma sürecindeki kullanılanların hesaplanmış kısmını ifade etmektedir. Bu kavram ile pek çok tanımlamanın yapıldığı görülmektedir. Yapay zekâ, insan zekâsına özgü görevleri örneğin öğrenme, problem çözme, mantıksal karar verme gibi bilgisayar sistemleri aracılığıyla gerçekleştirebilen makineleri oluşturma alanı olarak tanımlanır (Russell ve Norvig, 2020; Winston, 1992). Gil de Zúñiga vd. (2024), bu tanıma daha somut hale getirerek, YZ’yi reel dünyada iş yapabilen, iletişim kurabilen ve insan benzerliği sergileyen sistemler olarak belirtir. Ancak en genel ifadesiyle yapay zeka demek, zekanın makineler aracılığı ile oluşturulup kullanılmasıdır.

Değişen ve gelişen dünyanın hızlı teknolojik çağında yapay zekanın da yer alması ile kullanımının artması ve etkilerinin de her alanda görülme süreci başlamıştır. Eğitim alanında da sadece bilgiye erişim biçimlerine getirilen kolaylıklarla değil, aynı zamanda öğrenimi zenginleştirecek, değerlendirme sürecini kolaylaştıracak, öğrenme ortamlarını yeniden yapılandıracak yeni yapay zeka araçlarının kullanılması ile yerini almıştır (Almasri, 2024). Özellikle, biyoloji eğitiminde yer alan konuların kapsamının geniş ve kavramların karışık olması nedeniyle öğrenimi kolaylaştıran, teknolojiye uygun yeni araçlara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Çünkü biyoloji eğitimi gibi deneyim temelli gerçekleşen ve kavramsal öğrenmenin ön planda olduğu disiplinlerde, yapay zeka destekli araçların kullanımı ile birlikte öğrencilerin bireyselleştirilmiş, etkileşimli ve geri bildirim temelli öğrenme deneyimlerine ulaşmalarına olanak sunulmaktadır (Gibson vd., 2023).

Yapay zeka uygulamaları ile; öğrenenlerin akademik başarılarını izleme, öğrenme çıktılarını analiz etme, öğrenenin farklılıklarını temel alan bireyselleştirilmiş öğretim yollarını oluşturma ve kapsamlı bir değerlendirme yapma gibi birçok işlevle eğitimcilere yeni olanaklar sağlamaktadır (Storey ve Wagner, 2024). Bu işlevlere hizmet edecek şekilde tasarlanan dil modelleri (Large Language Models kısaca LLM), artırılmış ve sanal gerçeklik araçları, makine öğrenme algoritmaları; sadece yükseköğretim düzeyinde değil, lise düzeyinde de öğrenme ortamlarında deneyimlenmeye başlanmıştır (Aydoğan ve Karcı, 2018; Bilgin ve Hızarcı, 2022; Çiloplu, 2022; De Winter, 2023; Zilyas ve Yılmaz, 2023).

Yeni yapay zeka dil modellerinden biri olan ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer), kullanıcı sorgularına insan benzeri ve bağlama uygun yanıtlar üretebilmektedir. 2022’nin sonlarında halka sunulmasından bu yana, üniversite kampüslerindeki kullanıcılar için özel olarak tasarlanan ChatGPT Edu sürümü 2024 yılında resmi olarak kullanıma sunulmuştur.

ChatGPT Edu üniversite kampüsleri için daha akıllı ve çeşitli öğrenme desteği sağlamayı amaçlarken metin, video, ses gibi çoklu modlarda hizmet verebilen sürümlerini de geliştirmektedir. Örneğin, bir biyoloji dersinde bir öğrenci gen düzenleme teknolojisiyle ilgili en son araştırmaları sorabilir. ChatGPT, güncel gelişmelerin, etik tartışmaların ve olası uygulamaların bir özetini sunarak öğrencilerin öncü bilimsel gelişmeler hakkında bilgi sahibi olmalarına yardımcı olabilir. Aynı zamanda gen düzenlemenin nasıl gerçekleştirildiği ile ilgili karmaşık mekanizmaları adım adım ele alarak, sesli mod ile çalışabilme özelliği sayesinde özel bir öğretmen gibi detaylı bir anlatım da gerçekleştirebilir. Çıkışından yalnızca birkaç ay sonra Kore’de yapılan K–12 öğretmen ve öğrenci anketi, öğretmenlerin yaklaşık üçte birinin ve çok sayıda lise öğrencisinin bu aracı denediğini göstermiştir; bu öğretmenlerin yaklaşık %88’i ve öğrencilerin %79’u, ChatGPT’nin öğretim ve öğrenim üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildirmiştir. Bu hızlı benimseme, ChatGPT’nin öğrenme süreçlerindeki ve çıktılarındaki rolünün anlaşılmasına duyulan acil ihtiyacı vurgulamaktadır. Küresel eğitim camiasındaki erken tepkiler, YZ’nin öğrenmeyi geliştirme potansiyeline yönelik heyecandan, olası risklere dair kaygılara kadar geniş bir yelpazeye yayılmıştır (Fütterer vd., 2023). Bu karmaşık tepkiler, ChatGPT’nin eğitimsel etkilerine dair sistematik araştırmaların neden kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapay zeka teknolojisi ve kullanımının en yaygın görüldüğü ülkelerin başında Çin ve Amerika yer almaktadır. Yapay zekanın eğitimde kullanımına yönelik çalışmalara bakıldığında da durum benzer niteliktedir. Dikmen ve Bahçeci’nin (2024) araştırmasında, eğitim alanında yapay zeka ile ilgili çalışmaların Çin ve Amerika’da yoğunlaştığı vurgulanmaktadır. Kore’de İlköğretim ve lise öğrencileri ile yapay zeka araçlarının yer aldığı eğitimleri içeren pek çok araştırma mevcuttur. Örneğin yapay zekayı anlama (Choi ve Park, 2021; Hong ve Kim, 2020; Oh ve Kim, 2020; Salas-Pilco, 2020; Shamir ve Levin, 2020), yapay zekaya karşı tutum (Burgsteiner vd., 2016; E.K. Lee, 2020; Han, 2020; Hong ve Kim, 2020; J. Lee, 2021; Lee vd., 2021; Salas-Pilco, 2020; Sáez-Velasco vd., 2025; Shamir ve Levin, 2020; Shin, 2021; Vachovsky vd., 2016; Y. Lee, 2019), yapay zekâ ile ilgili meslekleri ve bu alandaki kariyer fırsatlarını fark etme (Han, 2020; Shamir ve Levin, 2020; Vachovsky vd., 2016), bilişsel düşünme (García vd., 2020; Moongela, 2025), problem çözme (Hong ve Kim, 2020; J. Lee, 2021) ile ilgili konulardaki araştırmalar ilkökul ve lise öğrencileri ile yürütülmüştür.

Biyoloji eğitimi sürecinde yapay zeka

Yapay zekâ teknolojilerinin lise biyoloji derslerine entegrasyonu, öğrencilerin karmaşık biyolojik kavramları görselleştirmelerine olanak sağlayarak kavramsal anlama düzeylerini artırmakta ve üst düzey düşünme becerilerini desteklemektedir (Almasri, 2024; Holmes vd., 2019). Bununla birlikte, bu teknolojilerin lise düzeyinde kullanımına ilişkin bazı sınırlılıklar da dikkat çekmektedir. Öncelikle, yapay zekâ uygulamalarının pedagojik yeterliliği ve doğruluğu konusunda şüpheler bulunmaktadır; bazı çalışmalar, öğrencilerin bu araçlardan aldığı yanıtların doğruluk ve bilimsel güvenilirlik açısından değişkenlik gösterdiğini ortaya

koymuştur (Zawacki-Richter vd., 2019). Ayrıca Tuomi'ye (2018) göre, lise öğrencilerinin bilişsel gelişim düzeyleri dikkate alındığında, yapay zekâ ile etkileşim sürecinde eleştirel düşünme becerilerini yeterince kullanamama gibi riskli bir durumla da karşılaşabilmektedir. Teknolojiye erişim eşitsizliği, veri gizliliği, etik kullanım sorunları ve öğretmenlerin dijital yeterlilik eksiklikleri gibi konular bu teknolojilerin kullanımını sınırlayan önemli faktörler olarak görülmektedir (Kim ve Kim, 2022).

Okullarda biyoloji eğitimi için ise; soyut kavramların somutlaştırılması, laboratuvar deneylerinin simülasyonu ve öğrencilerin bilişsel becerilerinin gelişimini desteklemesi bakımından yapay zekanın sağladığı avantajlar olarak ele alınmaktadır (Zhai vd., 2022). Bu fırsatların eğitim sistemine nasıl yansıdığına, nasıl deneyimlendiğine ilişkin somut ve sistematik verilere duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Dolayısıyla, yapay zekâ destekli biyoloji eğitiminin sunduğu olanakların etkin bir biçimde kullanılabilmesi için pedagojik çerçevelerin güçlendirilmesi, öğretmenlerin bu süreç içindeki profesyonel gelişimlerinin desteklenmesi ve etik ilkelerin açık biçimde tanımlanması gerekmektedir.

Biyoloji eğitimi de yakından ilgilendiren bu hızlı geçiş sürecinde yapay zekanın biyoloji eğitiminde kullanılmasına yönelik yapılmış araştırmaların analiz edilmesi araştırmamızın amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma, 2015–2025 yılları arasında yayımlanan seçilmiş akademik yayınların sistematik içerik analizine dayanarak, yapay zekanın lise düzeyinde biyoloji öğretiminde nasıl kullanıldığını çok boyutlu bir bakış açısıyla ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, yalnızca var olan eğilimleri görünür kılmamakta; aynı zamanda eğitimciler, politika yapıcılar ve araştırmacılar için yol gösterici bilgiler üretmektedir. Araştırma kapsamında yıllara, ülkelere, yöntem türlerine ve anahtar kelime kullanımına göre sınıflandırılan veriler aracılığıyla, alan yazındaki eğilimler, boşluklar ve öneriler ortaya konulmuştur.

Ayrıca, araştırma kapsamında oluşturulan yıllara göre dağılım, ülke temsili, araştırma yöntemleri ve anahtar kelime frekansları gibi veriler, alan yazına nicel ve betimleyici katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, çalışma hem yerel hem de küresel ölçekte eğitim sistemlerinin dijital dönüşümüne katkı sağlayacak nitelikte olup, yapay zekânın lise biyoloji öğretiminde etkili ve etik biçimde nasıl kullanılabileceğine ilişkin disiplinler arası bir perspektif sunmaktadır.

Yöntem

Araştırmanın modeli

Bu çalışmada, 2025 Mart ve Nisan aylarında gerçekleşmiş olup, araştırma doküman analizi yöntemi ile yürütülmüştür. Veri analizi için, bibliyometrik analiz ve içerik analizinden oluşan çok yönlü bir yaklaşım benimsenmiştir. Araştırma kapsamında belirlenen yayınlar

hem sayısal veriler (yıl, anahtar kelime, ülke, yayın sayısı) açısından incelenmiş hem de içeriklerine yönelik tematik ve pedagojik analiz gerçekleştirilmiştir. Bibliyometrik analiz, belirli bir alandaki örüntüleri (desenleri), eğilimleri ve etki düzeyini belirlemek amacıyla bilimsel literatür üzerinde yürütülen sistematik bir çalışmadır (Passas, 2024). Bu analiz türü, özellikle araştırma alanlarının yapılandırılması ve evriminin ortaya konmasında önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (Donthu vd., 2021; Zupic ve Čater, 2015). Bu yöntem, sadece yayın sayısı, yılı veya atıf gibi nicel göstergelere odaklanmakla kalmaz; aynı zamanda yayınların pedagojik yönelimleri, konu çeşitliliği, hedef grupları ve teorik çerçeveleri gibi nitel unsurları da ortaya koyar (Aria ve Cuccurullo, 2017; Bowen, 2009) Bu çalışmada, biyoloji eğitime uyarlanmış yapay zeka araçlarının konu alındığı literatürü toplamak ve analiz etmek için sistematik bir yaklaşım ile içerik analizi tercih edilmiştir.

Verilerin analizi

İlk önce konu ile ilgili yayınların hepsine ulaşabilmek için en uygun anahtar kelimeler seçilmeye çalışılmıştır. Çalışmada veri elde etmek için tüm disiplinleri kapsayan, geniş bilimsel belge arşivi olan ve yaygın olarak kullanılan WoS, Scopus ve Google Scholar veri tabanları kullanılmıştır. Bu veri tabanlarına “artificial intelligence, AI, biology education, ChatGPT, LLM” anahtar kelimeleri girilmiş ve 2015-2025 yılları arasında toplamda 1,190 araştırma listelenmiştir. Filtreleme kısmında sadece makaleler seçilmiş, aynı zamanda özet kısmında “biyoloji eğitimi” ve “yapay zeka” kelimelerinin birlikte yer aldığı 44 makale içerisinden 40 makaleye ulaşılabilmektedir. Bu kriterler doğrultusunda hazırlanan prizma akış şeması Şekil 1’de verilmiştir. Araştırmanın örneklemi ulaşılan bu 40 makale olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında, yayınlara ait sayısal bilgiler bibliyometrik analiz teknikleriyle değerlendirilmiştir. Bu aşamada:

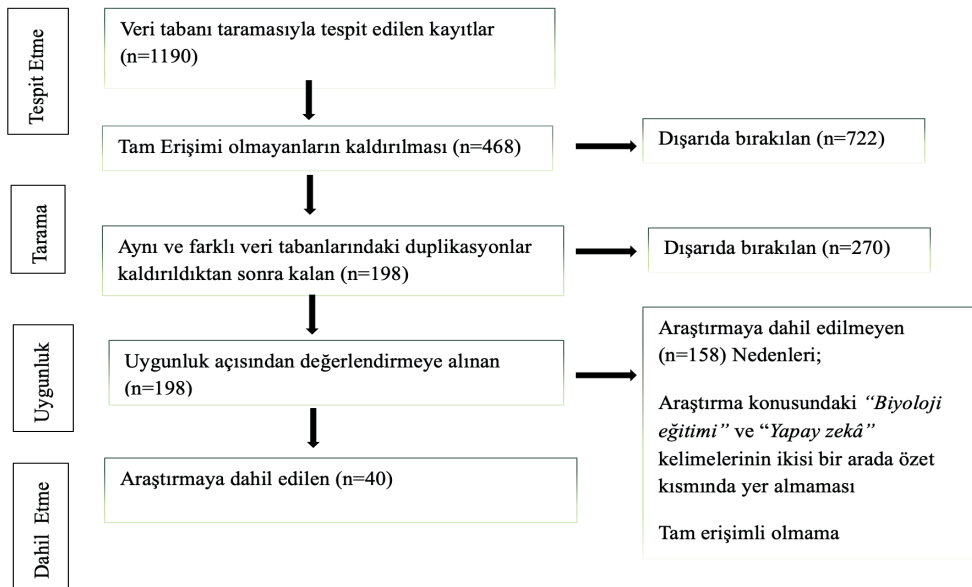
- Yayın yıllarına göre dağılım,
- Ülkelere göre dağılım,
- Makalelerin aldığı atıf sıralaması
- Anahtar kelime frekansları ve tematik yoğunluklar belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, bu

40 makalenin tam metinleri üzerinden içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Aşağıda yer alan temalar çevresinde kodlar oluşturulmuştur:

- Makale türleri (deneysel, betimsel, derleme vb.)
- Yapay zekâ destekli öğretim ortamları,
- Pedagojik stratejiler,

- Sağladığı avantajlar
- Karşılaşılan sınırlılıklar,
- Disiplinler arası çalışması
- Mesleki gelişimi desteklemesi.

İçerik analizi sürecinde 16 kod belirlenmiştir. Kodlar, biyoloji eğitiminde yapay zekâ kullanımına yönelik seçilen 40 akademik makalenin sistematik incelenmesi sonucu, tekrar eden kavramsal örüntülerden türetilmiştir. Her bir kod, bir içerik kavramını temsil etmekte olup tematik çerçevelerde (ör. avantajlar, sınırlılıklar, öğretim stratejileri) gruplanarak sınıflandırılmıştır. Kodlar, içerik analizinin güvenilirliğini artırmak amacıyla iki ayrı araştırmacı tarafından bağımsız olarak oluşturulmuş ve ortak karar ile son hâline getirilmiştir. Ayrıca kolaylık sağlaması açısından makalelere YZB1’den başlayarak YZB40’a kadar numara verilmiştir.

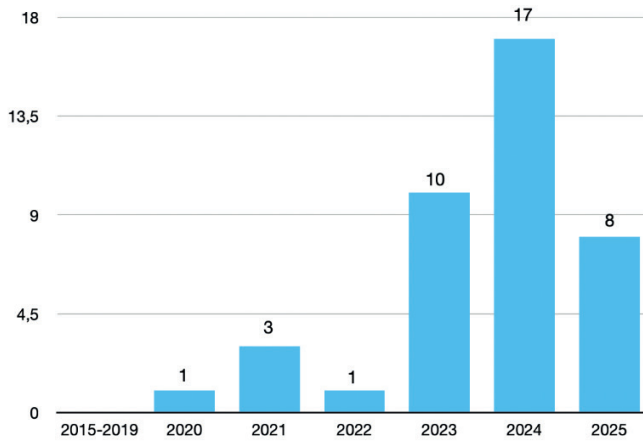


Şekil 1. Makale Erişimi Akış Şeması (PRISMA 2020’ye göre uyarlanmıştır) (Page vd., 2021).

Bulgular

Araştırmanın kapsamı dahilinde ulusal ve uluslararası yapılan makaleler bazında biyoloji eğitiminde yapay zekanın kullanımına yönelik listelenen 40 çalışma için yayın yılları, yayınlandığı ülkeler ve çalışmaların yürütüldüğü eğitim ortamlarını içeren temalar için frekans grafikleri oluşturulmuştur.

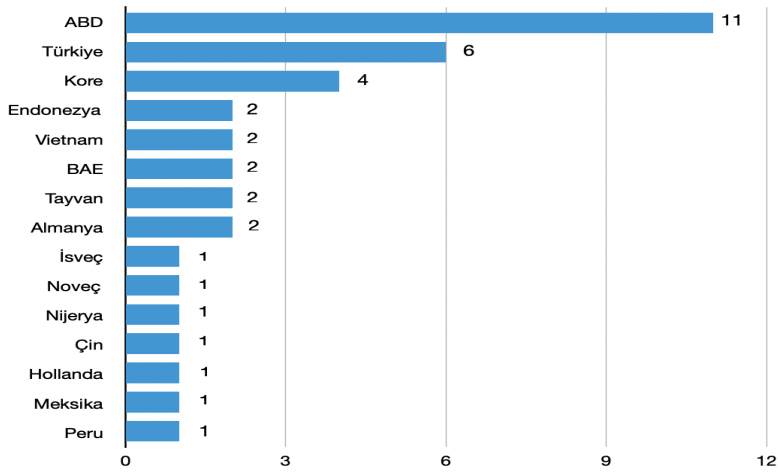
Araştırmada ele alınan çalışmaların yapıldığı yıllara göre dağılımını gösteren frekans grafiği Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Biyoloji Eğitiminde Yapay Zeka Konulu Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

Şekil 2 incelendiğinde biyoloji eğitiminde yapay zeka konulu makalelerin 2020 yılı itibarıyla başladığı, %7,5’inin 2021 yılına ait olduğu, %25’inin 2023 yılına, %42,5’inin 2024 yılına, %20’sinin ise 2025 yılına ait olduğu görülmektedir. 2015-2019 yılları arasında biyoloji eğitiminde yapay zekanın kullanıldığı çalışmalara rastlanmadığı görülmektedir. Yapay zeka araçlarının eğitim alanında kullanılması arttıkça biyoloji eğitimindeki çalışmalar için de bir artış görülmesi beklenmektedir.

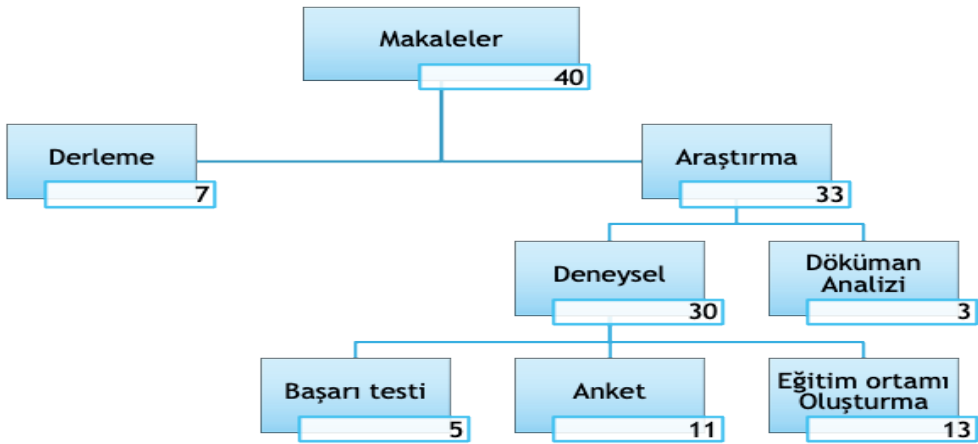
Araştırmada ele alınan çalışmaların yapıldığı ülkelere göre dağılımını gösteren frekans grafiği Şekil 3’te yer almaktadır.



Şekil 3. Biyoloji Eğitiminde Yapay Zeka Konulu Makalelerin Ülkelere Göre Dağılımı

Şekil 3 incelendiğinde biyoloji eğitiminde yapay zeka konulu araştırmalar için sayıca birinci sırada Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) olduğu, 2. Sırada Türkiye olduğu, 3. Sırada ise Kore olduğu görülmektedir.

Çalışmaların benimsediği yöntem, desen ve örnekleme göre dağılımları Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 4. Araştırma Kapsamındaki 40 Makaleye Ait Analiz Sonuçları

Şekil 4 incelendiğinde, bu araştırma kapsamındaki 40 akademik makalenin 7'si derleme, 33'ü ise araştırma makalesidir. Deneysel niteliğe sahip 30 makaleden 13'ünde yapay zeka araçları kullanılarak ders ortamları oluşturulduğu, bu ortamların öğrencilerin öğrenme süreçlerine etkileri araştırılmıştır. Bunların dışında kalan 3 makalede ise doküman analizi yöntemi

kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırma kapsamında ele alınan makalelerin yayımlandığı dergiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Makalelerin Yayımlandığı Dergiler

İlgili Makaleler	Dergi Adı	Sayı
YZB1, YZB2	<i>Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi</i>	2
YZB3	<i>Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi</i>	1
YZB4	<i>Journal of Biological Sciences and Health</i>	1
YZB5	<i>Journal of Studies in Advanced Technologies</i>	
YZB6, YZB19, YZB28	<i>Journal of Baltic Science Education</i>	3
YZB7, YZB32	<i>International Journal of Artificial Intelligence in Education</i>	2
YZB8	<i>Journal of Science Education and Technology</i>	1
YZB9	<i>Asia-Pacific Science Education</i>	1
YZB10, YZB36, YZB40	<i>Frontiers in Education</i>	3
YZB11	<i>12th International Learning Analytics and Knowledge Conference Book</i>	1
YZB12, YZB22	<i>Brain, Digital, & Learning</i>	2
YZB13	<i>Journal of Education and Learning</i>	1
YZB14	<i>Integrative and Comparative Biology</i>	1
YZB15	<i>Seul Ulusal Üniversitesi Konferans Kitabı</i>	1
YZB16	<i>Biosfer: Jurnal Tadris Biologi</i>	1
YZB17	<i>Journal of Microbiology & Biology Education</i>	1
YZB18	<i>Authorea</i>	1
YZB20	<i>Journal of Learning Development in Higher Education</i>	1
YZB21	<i>Biology Education</i>	1
YZB23	<i>Journal of Educational Computing Research</i>	1
YZB24	<i>British Journal of Educational Technology</i>	1
YZB25	<i>Cogent Education</i>	1
YZB26	<i>Research in Science Education</i>	1
YZB27	<i>Electronics</i>	1
YZB29	<i>2024 5th International Conference on Computer Engineering and Intelligent Control (ICCEIC)</i>	1
YZB30	<i>European Journal of Education</i>	1
YZB31	<i>International Journal of Modern Education and Computer Science</i>	1
YZB33	<i>Frontiers in Bioinformatics</i>	1
YZB34	<i>Digital Health</i>	1
YZB35	<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>	1
YZB37	<i>Current Opinion in Structural Biology</i>	1
YZB38	<i>SAGE Open</i>	1
YZB39	<i>Educational Sciences: Theory and Practice</i>	1

Tablo 1’e göre 2015 ve 2025 yılları arasında yapay zekanın biyoloji eğitiminde kullanımı ile ilgili erişilen 40 makalenin yayımlandığı dergilerden “Journal of Baltic Science Education” da 3 makale, “Frontiers in Education” da 3 makalenin yer aldığı görülmektedir. “Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi”nde 2, “International Journal of Artificial Intelligence in Education”nda 2 makale yer almaktadır.

Araştırma kapsamındaki makaleler içinden atıf sayısı en fazla olan 10 makale Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Makalelere Yapılan Atıf Sayıları

Sıra	Makaleler	Yayımlandıkları dergiler	Atıf Sayıları
1.	YZB11	12 th International Learning Analytics and Knowledge Conference Book	141
2.	YZB26	Research in Science Education	137
3.	YZB23	Journal of Educational Computing Research	54
4.	YZB14	Integrative and Comparative Biology	49
5.	YZB12	Brain, Digital,& Learning	48
6.	YZB32	International Journal of Artificial Intelligence in Education	46
7.	YZB27	Electronics	34
8.	YZB25	Cogent Education	24
9.	YZB34	Digital Health	20
10.	YZB20	Journal of Learning Development in Higher Education	9

Tablo 2’ye göre, 12th International Learning Analytics and Knowledge Conference Book’ta yayımlanmış olan YZB11 kodlu makalenin 141 atıf aldığı, Research in Science Education’da yayımlanan YZB26 kodlu makalenin 137 atıf aldığı, Journal of Educational Computing Research’te yayımlanan YZB23 kodlu makalenin ise 54 atıf aldığı görülmektedir. Tabloda yer almayan diğer makalelere ait atıf sayıları 8’in altındadır.

Araştırmaların örneklem grupları incelendiğinde, çalışmaların 10’u üniversite öğrencileriyle, 8’i lise öğrencileriyle, 5’i öğretmenler ile, 2’si lisansüstü öğrenciler ile yürütüldüğü görülmektedir.

Tablo 3. Deneysel Çalışılan Makalelerin Örneklem Grupları Dağılımı

Örneklem Grubu	Makale Sayısı
Lise Öğrencisi	8
Üniversite Öğrencisi	10
Lisansüstü Öğrenci	2
Biyoloji Öğretmeni	5

Tablo 3'e göre, araştırmadaki makaleler için örneklem grubunun üniversite öğrencileri olduğu çalışma sayısı 10, lise öğrencileri olduğu çalışma sayısı 8'dir. Yapay zeka araçlarının eğitim ortamlarına dahil edilmesinde büyük görevi olan öğretmenlerdir. Her türlü ilerlemenin, eksikliklerin, avantaj/ dezavantajların gözlemini yapabilecek, kanıtlarının kaydını tutabilecek öğretmenler ile birlikte çalışmaların yapılması önemlidir. Çalışma kapsamındaki çalışmalarda biyoloji öğretmenleri ile yapılan çalışma sayısı da 5 olarak görülmektedir.



Şekil 5. Anahtar Kelime Bulutu

Yukarıdaki Şekil 5'te 33 araştırma makalesinin kullandığı anahtar kelimelere ait kelime bulutu VOSwiever kullanılarak oluşturulmuştur. Kelime bulutuna göre; “AI, artificial, learning, intelligence, education ve biology” kelimelerinin ön olana çıktığı görülmektedir.

Araştırmanın ikinci bölümü için içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi için kod ve temalar belirlenmiştir. Kodlar Tablo 4'te yer almaktadır. Kodlara ait temalar ve makaleler Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 4. Makalelerin Bulgularına Göre Oluşturulan Kodlar

Kod	İçerik Kavramı	Kod	İçerik Kavramı
K1	Otomatik geribildirim	K9	Öğrenci başarısında artış
K2	Bireyselleştirme	K10	Etik kaygılar
K3	ChatGPT destekli rehberlik	K11	Doğruluk/güvenirlilik sorunları
K4	TPACK modeli	K12	YZ sistemlerine güven eksikliği
K5	Bloom temelli yapılandırma	K13	Disiplinlerarası model kullanımı
K6	Problem temelli öğrenme (PBL)	K14	Yapay zeka destekli konu modellemeleri
K7	Öğrenci motivasyonunda artış	K15	Sürdürülebilir düşünme
K8	Kavramsal öğrenmenin derinleşmesi	K16	Öğretmenin dijital pedagojik değişimi

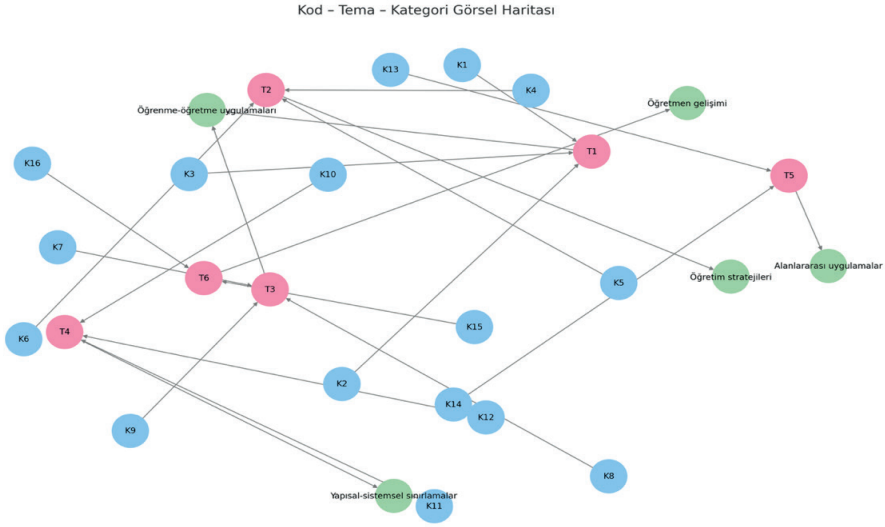
Tablo 4’de, biyoloji eğitiminde yapay zekâ uygulamalarını konu alan 40 makalenin içerik analizi sonucunda elde edilen temaları ve bu temalara bağlı kodlar yer almaktadır. Kodlar, makalelerde tekrar eden kavramsal örüntülerden türetilmiş; öğretim ortamları, pedagojik stratejiler, avantajlar, sınırlılıklar, disiplinlerarasılık ve mesleki gelişim gibi ana temalar altında sınıflandırılmıştır.

Tablo 5. Makalelerin Bulgularına Göre Oluşturulan Temalar

<i>Kod(lar)</i>	<i>Tema</i>	<i>Makale Sayısı</i>	<i>İlgili Makaleler</i>
<i>K1, K2, K3</i>	YZ destekli öğretim ortamları	12	Almasri, 2024; Byeon, 2022; Çulha ve Ünalı, 2025; Dao ve Le, 2023; Elizondo-García vd., 2025; Holmes vd., 2019; Kim ve Kang, 2024; Nguyen ve Le, 2023; Tuomi, 2018; Xie vd., 2021; Zawacki-Richter vd., 2019; Zhou ve Schofield, 2024
<i>K4, K5, K6</i>	Pedagojik stratejiler	9	Al-Muqbil, 2024; Bae ve Son, 2025; Çolak Yazıcı ve Erkoç, 2024; Elizondo-García vd., 2025; Holmes vd., 2019; Kim ve Kang, 2024; Luckin vd., 2016; McNamara vd., 2021; Zhou ve Schofield, 2024.
<i>K7, K8, K9</i>	Avantajlar	14	Almasri, 2024; Byeon, 2022; Dao ve Le, 2023; Elizondo-García vd., 2025; Heinzinger ve Rost, 2025; Holmes vd., 2019; Huang vd., 2024; Kim ve Kang, 2024; Luckin vd., 2016; McNamara vd., 2021; Nguyen ve Le, 2023; Rudolph vd., 2023; Tuomi, 2018; Xie vd., 2021.
<i>K10, K11, K12</i>	Sınırlılıklar	8	Al-Muqbil, 2024; Bae ve Son, 2025; Çolak Yazıcı ve Erkoç, 2024; Dao ve Le, 2023; Elizondo-García vd., 2025; Rudolph vd., 2023; Tuomi, 2018; Zhou ve Schofield, 2024.
<i>K13, K14</i>	Disiplinlerarası olma	6	Dao ve Le, 2023; Heinzinger ve Rost, 2025; Huang vd., 2024; Kim ve Kang, 2024; Nguyen ve Le, 2023; Xie vd., 2021.
<i>K15, K16</i>	Mesleki gelişim	5	Al-Muqbil, 2024; Bae ve Son, 2025; Çolak Yazıcı ve Erkoç, 2024; Holmes vd., 2019; Luckin vd., 2016.

Tablo 5’te, analiz edilen 40 makale için oluşturulan temalar ve bu temaların ilişkili oldukları makale sayıları yer almaktadır. Örneğin, yapay zekâ destekli öğretim ortamları teması 12 makalede ele alınarak en çok incelenen ikinci başlık olmuştur. En fazla çalışmanın yer aldığı tema ise 14 makale ile yapay zekânın sunduğu avantajlar temasıdır. Bu durum, araştırmaların yapay zekâ araçlarının öğrenme üzerindeki olumlu etkilerine ve öğretim ortamlarına dahil edilme biçimlerine odaklandığını göstermektedir.

Oluşturulan kod- tema ve kategorilere ait içerik analizi haritası Şekil 6’da yer almaktadır.



Şekil 6. İçerik Analizi Kod-Tema-Kategori Haritası

Yukarıdaki Şekil 6’da, içerik analizinde elde edilen 16 kodun ilgili temalar ve kategorilerle nasıl gruplandığını göstermektedir. Analiz edilen makalelerde sıkça tekrarlanan kavramlara göre belirlenen kodlar, temalar altında toplanmış ve her tema, ilgili kategoriyle ilişkilendirilmiştir. VOSwiever ile oluşturulan bu yapı, nitel verilerin sistematik olarak sınıflandırılmasına ve analiz bulgularının kavramsal olarak organize edilmesine katkı sağlamaktadır.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın bu bölümünde Scopus, Web of Science, Google Scholar veri tabanlarında biyoloji eğitiminde yapay zeka konusuna sahip 40 makalenin analiz edilmesiyle oluşturulan sonuçlara belirli bir sıra ile yer verilmiştir.

Öncelikle çalışmaların yapıldığı yılları baz alan analiz sonucunda konu ile ilgili çalışmaların 2020 yılından itibaren başladığı görülmektedir. Bu durum, yapay zekanın eğitim ortamlarına dahil edilmesinin zaman alması nedeniyle biyoloji eğitiminde de bu yapay zeka ile oluşturulmuş eğitim ortamlarına dönüştürülmesinin belirli bir deneyim gerektirmesi ile açıklanabilir (Holmes vd., 2019). Ayrıca biyoloji gibi deneysel çalışmalarla iç içe olan bir bilim alanının yapay zeka destekli ortamlara taşınması matematik veya bilgisayar bilimleri gibi alanlara göre daha yavaş ilerliyor olmasından kaynaklanabilir (Luckin vd., 2016). Bir diğer önemli husus da korona virüs hastalığı (COVID-19) pandemisi ile hız kazanan eğitimdeki dijital ortamlara geçiş sürecinin etkisinin 2019 yılı sonrasında alan yazında görünmeye

başlamasını beraberinde getirebilir (Xie vd., 2021). Bu çalışmada, alandaki yayınların 2023 yılında en fazla sayıya ulaştığı görülmektedir. 2022 yılının sonlarından itibaren OpenAI tarafından ChatGPT halkın erişimine açık hale gelmiştir, bu nedenle 2023 yılından itibaren ChatGPT'nin kullanımının eğitim ortamlarında da yer bulduğu ve buna yönelik araştırmaların sayısının da artmış olabileceği düşünülmektedir (Rudolph vd., 2023). ChatGPT'nin eğitimde kullanılmasına ilişkin yaşanan merakın yayın sayılarına yansıdığı artışın bir sonraki yıl olan 2024 için de devam ettiği görülmektedir (Şekil 2).

Biyoloji eğitiminde yapay zekanın kullanıldığı çalışmalar ülkeler bazında incelendiğinde ABD'de yapılan çalışmaların sayıca fazla olduğu görülmektedir (Şekil 3). ABD, yapay zeka araştırmalarının başladığı ve eğitim teknolojilerinin çok hızlı yaygınlaştığı bir ülkedir. Stanford, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT), Harvard gibi kurumlar hem teknik hem de pedagojik alanda öncülüklerinin olması nedeniyle akademik çalışmaların da daha hızla ilerleyeceği düşünülmektedir (Holmes vd., 2019; Zawacki-Richter vd., 2019). Türkiye ise bu sıralamada sayıca ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 3). Türkiye'de tüm dünya ile beraber 2020 yılı sonrası dijitalleşme süreçlerinin hızlandığı bilinmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) tarafından oluşturulan yapay zeka eğitimi ile ilgili stratejiler ve planlanan stratejilere ait belgelerin yayımlanması, yapay zeka eğitimi alanında akademik ilgiyi de arttırmış olabileceği düşünülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2021). Güney Kore, yapay zeka, arttırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik gibi teknolojik yenilikleri eğitim sistemine dahil edilmesine ilişkin teşvik yatırımlarına yer veren bir ülkedir (Kore Eğitim Bakanlığı [MOE], 2023). Ayrıca Kore Eğitim Bakanlığı 2025 yılından itibaren matematik, bilişim, İngilizce, Korece derslerinde yapay zeka destekli dijital ders kitaplarının kullanılacağını duyurmuştur. Bu doğrultuda Kore'deki akademik çalışmaların da artmış olabileceği ön görülmektedir. Çin, yapay zeka alanında lider konumunda olmasına rağmen, bu çalışma içerisinde biyolojide yapay zeka kullanımı ile ilgili yapılmış makale sayısı 1'dir. Bunun nedeni, Çin'de akademik yayınların genelde Mandarin (Çince) dilinde, yerel dergilerde yayımlanması olabilir. Yerel dergilerde yayınlanan bu yayınların da uluslararası dizinlere (Scopus, Web of Science, vb.) geç ulaşması, yayınların araştırma taramalarında görünürlüklerinin düşük olmasına sebep olabilir.

Bu çalışmada incelenen makalelerin yayımlandıkları dergiler ve aldıkları atıf sayıları incelendiğinde, yapay zekânın biyoloji eğitimi alanındaki yansımalarının hem disiplinlerarası bir yapıya sahip olduğu hem de farklı etki düzeylerine sahip yayınlar aracılığıyla ele alındığı görülmektedir. En yüksek atıf sayısına sahip olan YZB11 kodlu çalışma (12th International Learning Analytics and Knowledge Conference Book, 141 atıf), öğretmenlerin YZ tabanlı eğitim teknolojilerine duyduğu güveni ölçmek için geliştirilen yeni bir ölçme aracını uygulamakta ve bu araçla lise düzeyinde görev yapan öğretmenlerin YZ'ye yönelik tutumlarını ortaya koymaktadır. Benzer bir çalışmada da Zawacki-Richter vd. (2019), öğretmen algılarının yeterince araştırılmadığını, bu nedenle de AI uygulamalarının pedagojik entegrasyonunda güven, kabul, anlamlandırma gibi

insan faktörlerinin daha fazla incelenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, Holmes vd. (2019)'nin ifade ettiği üzere öğretmenler, yapay zekâ sistemlerinin şeffaflığına ve anlaşılabilirliğine ilişkin sorunlar yaşamakta, bu da kullanıma karşı direnç oluşturabilmektedir. İkinci sırada yer alan YZB26 (Research in Science Education, 137 atıf), fen eğitimi alanına doğrudan katkı sunan köklü bir dergide yayımlanmış olup, bu alandaki akademik ilginin yüksekliğiyle dikkat çekmektedir. Benzer şekilde, YZB23 (Journal of Educational Computing Research, 54 atıf) ve YZB12 (Brain, Digital, & Learning, 48 atıf) gibi dergilerde yayımlanan çalışmaların da yüksek sayıda atıf alması, yapay zekânın bilişsel süreçler ve dijital öğrenme ortamlarıyla birlikte ele alınmasının araştırmacılar açısından önemli bir perspektif sunduğunu göstermektedir (Luckin vd., 2016). Daha düşük atıf sayılarına sahip çalışmalar ise (Electronics, Cogent Education, Digital Health, Journal of Learning Development in Higher Education) genellikle daha yeni yayımlanmış ya da biyoloji eğitimiyle daha dolaylı ilişkisi olan tematik çerçevelerde kaleme alınmıştır. Bu durum, yapay zekâ ile biyoloji eğitiminin kesişim alanının henüz olgunlaşma aşamasında olduğunu ve belirli platformlarda daha fazla görünürlük kazanmakta olduğunu düşündürmektedir. Benzer bir görüş olarak da Mitchell'e (2019) göre biyoloji eğitiminde YZ uygulamalarının hâlâ başlangıç aşamasında olduğunu vurgulanmaktadır. Genel olarak incelenen yayınların farklı dergilerde ve disiplinlerde yer alması, yapay zekânın biyoloji eğitimi üzerindeki etkisinin yalnızca pedagojik değil; aynı zamanda teknolojik, bilişsel ve sağlıkla ilişkili boyutlarıyla da ele alındığını göstermektedir. Ancak atıf sayılarındaki farklılıklar, bu konunun henüz derinlemesine ve sistematik biçimde çalışılması gereken bir alan olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, daha fazla ampirik çalışmaya, kuramsal çerçeve önerisine ve çeşitli eğitim kademelerini kapsayan araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Chen vd., 2020; Holmes vd., 2019).

Araştırmada ele alındığı araştırma türü ve örnekleme bakıldığında, yapılan çalışmalarda en çok deneysel yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir (Şekil 4). Araştırmaların, yapay zeka alanında büyük oranda deneysel tasarımlar çerçevesinde ele alınması, uygulamaya yönelik katkılar sunmayı artırmayı amaçlama nedeniyle olabilir. Çalışmaya paralel olarak Zawacki-Richter vd. (2019)'nin de belirttiği üzere, derleme makale sayısının sınırlı oluşu ise, yapay zeka alanındaki teorik çerçeve ve modelleme çalışmalarının erken aşamasında olmasından kaynaklanabilir. Araştırmaların yöneldiği örneklem gruplarına bakıldığında, yüksek öğretim öğrencileri ve lise öğrencileri ile yoğunluklu çalışıldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumun nedeni, örnekleme kolay ulaşılabilirlik ve uygulama fırsatları açısından eğitim ortamlarının daha elverişli olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca öğrencilerin teknolojiye yatkınlık düzeylerinin yüksekliği ve veri toplama araçlarına (anket, test, dijital platformlar) hızlı uyum sağlayabilmeleri, bu gruplarla yapılan yapay zekâ destekli öğretim uygulamalarını hem pedagojik hem de yönetsel açıdan daha uygulanabilir ve verimli hâle getirmektedir (Almasri, 2024; Zawacki-Richter vd., 2019). Biyoloji eğitiminde yapay zeka araçlarının kullanımının yaygınlaşması için hem öğretmenler ile hem de öğrenciler çalışmaların hız kazanması gerekmektedir.

Araştırmalardan elde edilen anahtar kelimeler analiz edildiğinde, “artificial intelligence”, “AI”, “ChatGPT”, “biology education”, “teaching and learning strategy” gibi kavramların yoğun olarak kullanıldığı görülmüştür (Şekil 5). Benzer şekilde bu durum, literatürde yapay zekâ araçlarının doğrudan sınıf içi uygulamalarda ve özellikle biyoloji eğitimi bağlamında giderek artan biçimde ele alındığını göstermektedir (Almasri, 2024; Zawacki-Richter vd., 2019). Ayrıca, “attitude” ve “learning” kavramlarının öne çıkması, yapay zeka araçlarının eğitim ortamlarında kullanımının öğrenci tutumları üzerindeki etkilerinin belirlenmesinin önemi vurgulanmaktadır. Birçok çalışma öğrencilerin yapay zekâ araçlarına yönelik algılarını, öğrenme çıktılarını ve kabul düzeylerini değerlendirmeye odaklandığını işaret etmektedir (Slimi vd., 2025).

Araştırmanın içerik analizinden elde edilen bulgulara göre, yapay zekâ teknolojilerinin özellikle lise düzeyinde biyoloji öğretiminde önem kazandığı görülmektedir (Tablo 3). Kod-te-ma-kategori eşleşmelerinde lise öğrencilerine yönelik geliştirilen öğretim ortamlarında sıklıkla otomatik geribildirim, bireyselleştirilmiş öğrenme yolları ve ChatGPT tabanlı bilgi destek sistemleri gibi unsurların öne çıktığı görülmüştür (Tablo 4). Çalışmalardan elde edilen bu sonuçlara benzer şekilde, lise öğrencilerinin karşılaşabileceği kavramsal zorlanmalarına anında müdahale edilebilmesine ve böylelikle öğrenmenin aktif biçimde desteklenmesine olanak sağlamanın avantajları üzerinde yoğunlaşan çalışmalar mevcuttur (Byeon, 2022; Nguyen ve Le, 2023). Ayrıca, lise öğrencilerine yönelik yapay zekâ destekli uygulamalarda kullanılan problem temelli öğrenme, sanal laboratuvarlar ve görsel üretim araçları, öğrencilerin sadece bilgiyi ezberlemesini değil, bilimsel süreç becerileri geliştirmesini de teşvik etmektedir (Elizondo-García vd., 2025; Kim ve Kang, 2024). Bununla birlikte, lise düzeyindeki öğrencilerde etik kaygılar, bilgi doğruluğuna ilişkin belirsizlikler ve teknolojik altyapı eksiklikleri gibi sınırlılıkların daha belirgin olduğu da dikkat çekmektedir (Zhou ve Schofield, 2024). Tüm bu bulgular, yapay zekânın lise biyoloji eğitimine entegrasyonunun pedagojik, teknolojik ve etik boyutlarıyla çok boyutlu olarak planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Öğrenme süreçlerinde daha etkili olmasına ve öğrenimi bireyselleştirebilmesi avantajı nedeniyle okullarda kullanımı yaygınlaşan yapay zeka araçları, biyoloji derslerinde yaşanan kavramsal yanlışların giderilmesi, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin desteklenmesi ve disiplinler arası ilişkilerin kurulabilmesi için de bir fırsat olarak görülmektedir (Holmes vd., 2019; Zawacki-Richter vd., 2019). Özellikle ChatGPT, Teachable Machine, ya da yapay zekâ destekli sanal laboratuvarlar gibi araçlar, öğrencilerin karmaşık biyolojik kavramlara ilişkin açıklamalar üretmelerini, deney simülasyonları yoluyla bilgi uygulamalarını ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerini desteklemektedir (Almasri, 2024; Rudolph vd., 2023). Ayrıca yapay zekâ, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uyum sağlayarak farklılaştırılmış öğrenme olanakları sunmakta, bu da özellikle biyoloji gibi kavramsal yoğunluğu yüksek alanlarda öğrenme verimliliğini artırmaktadır (Luckin vd., 2016). Yapay zeka tabanlı analiz ve geribildirim sistemleri, öğrencilerin hatalarını anlık olarak fark etmelerini sağlamakta ve öğretmenlere daha etkili öğrenme analizi yapma imkânı sunmaktadır (Tuomi, 2018). Bu nedenler göz önüne alındığında, yapay zekâ araçlarının pedagojik çerçeveleri iyi

oluşturulmuş eğitim ortamlarında kullanılması, biyoloji eğitimi için hem öğretim kalitesini hem de öğrenci başarısını artırabileceği düşünülmektedir.

Lise düzeyinde biyoloji eğitimi, öğrencilerin soyut kavramlarla ilk kez sistematik şekilde karşılaştığı ve akademik başarıyla birlikte bilimsel okuryazarlık temellerinin atıldığı kritik bir öğrenme dönemidir. Bu süreçte yapay zekâ temelli öğretim araçlarının kullanılması, öğrencilerin bireysel öğrenme stillerine uygun bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatı sunması açısından önemlidir (Luckin vd., 2016; Xie vd., 2021). Özellikle yapay zekâ destekli simülasyonlar, sanal laboratuvar uygulamaları ve artırılmış gerçeklik gibi araçlar ile, gözlenmesi zor biyolojik süreçlerin (örneğin hücre bölünmesi, genetik mekanizmalar) öğrenciler tarafından daha kolay anlaşılmasına katkı sağlamaktadır (Almasri, 2024). Ayrıca yapay zeka araçları, öğrencilerin problem çözme, hipotez kurma ve eleştirel düşünme becerilerini tetikleyerek üst düzey bilişsel süreçleri harekete geçirme potansiyeline sahiptir (Holmes vd., 2019). Tüm bu özellikleriyle yapay zekâ araçlarının lise biyoloji derslerinde kullanılmasının hem kavramsal başarıyı hem de öğrenmeye yönelik motivasyonu artırma açısından önemli avantajlar sunduğu düşünülmektedir.

Biyoloji eğitimi, yapay zekâ teknolojilerinin eğitim alanındaki etkisinden doğrudan etkilenen disiplinlerden biri olmasına rağmen, mevcut literatürde yapay zekâ uygulamalarının biyoloji eğitimi bağlamında nasıl konumlandığını sistematik olarak ortaya koyan çalışmalar sınırlıdır. Bu araştırma hem bibliyometrik hem de içerik analizine dayalı çok yönlü yaklaşımıyla alan yazındaki eğilimleri ve boşlukları görünür kılarak, konuya yönelik daha derinlemesine çalışmalar için ön bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir. Biyoloji eğitiminde yapay zekâ konusuna yönelik yapılan bu çalışmada bazı sınırlılıklar söz konusudur; araştırma kapsamına alınmamış, ancak literatürde yer alabilecek çalışmalar bulunabilir. Ayrıca, konuyla ilişkili olarak analiz sonuçlarının doğrudan karşılaştırılabileceği yeterli sayıda çalışma bulunmaması, elde edilen bulguların daha geniş bir bağlamda değerlendirilmesini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın sonuçları, gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalar için karşılaştırma yapma açısından önemli bir başlangıç noktası sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların farklı veri tabanlarını içermesi, daha geniş zaman aralıklarını kapsamaları ve farklı bibliyometrik parametrelerin kullanılması, bu çalışmanın bulgularıyla karşılaştırmalı analizler yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Etik Onay: Bu çalışma, yalnızca açık erişimli makaleler üzerinden yapılan incelemeye dayandığından etik kurul onayı gerektirmeyen çalışmalar arasındadır.

Kaynakça

- Almasri, A. (2024). Artificial intelligence and STEM education: Opportunities and ethical challenges. *Journal of Educational Innovation*, 12(1), 22–36.
- Alpaydın, E. (2013). *Yapay öğrenme*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- Al-Muqbil, A. (2024). Enhancing sustainable thinking through AI-supported teacher training. *Saudi Journal of Science Education*, 15(4), 203–220.
- Aria, M. ve Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Aydoğan, A. ve Karcı, E. (2018). Eğitimde yapay zekâ uygulamaları: Kavramsal çerçeve ve örnekler. *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 55–74.
- Bae, J. ve Son, H. (2025). Integrating AI into high school biology: Pedagogical innovations and challenges. *Asian Journal of Biology Education*, 18(2), 117–134.
- Bilgin, E. A. ve Hızarcı, S. (2022). Artırılmış gerçeklik destekli istatistik öğretiminin lise öğrencilerinin akademik başarılarına ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Turkish Studies Education*, 17(1), 23–47. <https://doi.org/10.47423/TurkishStudies.52138>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Burgsteiner, H., Kandhofer, M. ve Steinbauer, G. (2016). IRobot: teaching the basics of artificial intelligence in high schools. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 30(1). <https://doi.org/10.1609/aaai.v30i1.9864>
- Byeon, H. (2022). AI applications in secondary science education: A Korean perspective. *Korean Journal of Educational Technology*, 38(3), 145–162.
- Chen, L., Chen, P. ve Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Choi, E. ve Park, N. (2021). Demonstration of gamification in education for understanding artificial intelligence principles at elementary school level. *Elementary Education Online*, 20(3), 709–715. doi:10.17051/ilkonline.2021.03.74
- Çiloplul, N. (2022). Lise öğrencilerinin artırılmış gerçeklik ve yapay zekâ uygulamalarına yönelik görüşleri. *Eğitimde Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 14(2), 98–111.
- Çolak Yazıcı, T. ve Erkoç, H. (2024). Teachers' perceptions on AI integration in biology education. *Journal of Educational Technology and Teacher Education*, 9(1), 67–85.
- Çulha, H. ve Ünaldu, Ü. C. (2025). ChatGPT ile biyoloji öğrenimi: Lise öğrencilerinin görüşleri. *Biyoloji Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 29–49
- Dao, M. T. ve Le, H. T. (2023). A comparative study of AI-supported biology teaching strategies. *Vietnam Journal of Science Education*, 11(2), 78–93.
- De Winter, J. (2023). AI in classrooms: Trends, challenges, and outcomes. *Educational Technology Horizons*, 26(1), 45–63.
- Dikmen, S. ve Bahçeci, F. (2024). Eğitim bilimleri alanında yapay zekâ konulu bilimsel yayınların eğilimleri: bibliyometrik bir inceleme. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Studies*, 10, 98–111. doi:10.5281/zenodo.13981118
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. ve Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296.
- Elizondo-García, C., Hernández-Bravo, J. A. ve Hernández-Bravo, J. (2025). Perceptions of AI use in challenge-based biology learning contexts. *International Journal of Educational Research*, 113, 102134.
- Fütterer, T., Schneider, S. ve Kunz, T. (2023). AI literacy in K-12 education: Perceptions of ChatGPT in science classrooms. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 45–60.
- García, H., López, R. ve Sánchez, P. (2020). Cognitive development through AI-supported simulations. *AI in Education Journal*, 8(2), 31–49.

- Gibson, D., Kovanovic, V., Ifenthaler, D., Dexter, S. ve Feng, S. (2023). Learning theories for artificial intelligence promoting learning processes. *British Journal of Educational Technology*, 54, 1125–1146. <https://doi.org/10.1111/bjet.13341>
- Gil de Zúñiga, H., Goyanes, M. ve Durotoye, T. (2024). A scholarly definition of Artificial Intelligence (AI): advancing AI as a conceptual framework in communication research. *Political Communication*, 41(2), 317–334.
- Han, Y. (2020). Connecting the past to the future of computer-assisted language learning: Theory, practice, and research”, *Issues and Trends in Learning Technologies* 8(1). doi:https://doi.org/10.2458/azu_itlt_v8i1_han
- Heinzinger, M. ve Rost, B. (2025). From protein language models to education: Teaching bioinformatics with AI. *Bioinformatics Education*, 19(1), 112–128.
- Holmes, W., Bialik, M. ve Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.
- Hong, J. C. ve Kim, H. (2020). High school students’ attitudes toward AI-supported learning environments. *Journal of Learning Sciences*, 29(4), 357–370.
- Huang, Y., Ling, L. ve Liu, Y. (2024). Teaching classification algorithms with mushroom datasets in secondary biology. *Computational Science Education*, 8(2), 92–105.
- Kim, H. ve Kang, S. (2024). Promoting creative thinking through AI-supported writing and model eliciting activities in biology education. *Asia-Pacific Science Education*, 10(2), 187–209.
- Kim, M. ve Kim, J. (2022). Barriers to AI implementation in Korean secondary schools: A mixed-methods study. *Korean Journal of Educational Research*, 60(1), 89–108.
- Kore Eğitim Bakanlığı, (2023). https://english-moe.gokr.translate.google.com/translate?sl=tr&tl=en&hl=tr&pt=tc&ge=0301&s=english&x_tr_sl=x_tr_tl=tr&x_tr_hl=tr&x_tr_pto=tc
- Lee, E. K. (2020). Development of test tool of attitude toward artificial intelligence for middle school students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(2), 207–213.
- Lee, J. (2021). Perceptions of AI literacy in secondary education: A national survey. *Journal of Educational Innovation*, 14(3), 134–152.
- Lee, K. Y., Sheehan, L., Lee, K. ve Chang, Y. (2021). The continuation and recommendation intention of artificial intelligence-based voice assistant systems (AIVAS): the influence of personal traits. *Internet Research*, 31(5), 1899–1939. <https://doi.org/10.1108/INTR06-2020-0327>.
- Lee, Y. (2019). An analysis of the influence of block-type programming language-based artificial intelligence education on the learner’s attitude in artificial intelligence. *Journal of The Korean Association of Information Education*. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.2.189>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. ve Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- McNamara, D. S., Jackson, G. T. ve Graesser, A. C. (2021). The iSTART Intelligent Tutoring System: Reading strategy training in science. *Computers in Human Behavior*, 114, 106531.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2021). Ulusal yapay zekâ stratejisi 2021–2025. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı & Dijital Dönüşüm Ofisi.
- Mitchell, M. (2019). *Artificial intelligence: A guide for thinking humans*. Pelican Books..
- Moongela, H., Matthee, M., Turpin, M. ve van der Merwe, A. (2025). The effect of generative artificial intelligence on cognitive thinking skills in higher education institutions: A systematic literature review. in: Gerber, A., Maritz, J., Pillay, A. W. (eds) *Artificial Intelligence Research. SACAIR 2024. Communications in Computer and Information Science*, vol 2326, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-78255-8_21
- Nguyen, T. P. ve Le, M. T. (2023). Evaluating the effectiveness of ChatGPT in high school biology classrooms. *Vietnam Journal of Educational Technology*, 12(3), 34–48.
- Oh, K. ve Kim, H. (2020). An analysis of the influence big data analysis-based ai education on affective attitude towards artificial intelligence. *Journal of The Korean Association of Information Education*. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2020.24.5.463>

- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372 (71).
- Passas, I. (2024). Bibliometric analysis: The main steps. *Encyclopedia*, 4(2), 1014–1025.
- Rudolph, J., Tan, S. ve Cohen, A. (2023). ChatGPT in the classroom: Pedagogical impacts and research directions. *Journal of Educational Technology Research and Development*.
- Russell, S. J. ve Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4. baskı). Prentice Hall.
- Sáez-Velasco, S., Alaguero-Rodríguez, M., Rodríguez-Cano, S. ve Delgado-Benito, V. (2025). Students' attitudes towards AI and how they perceive the effectiveness of AI in designing video games. *Sustainability*, 17, 3096.
- Salas-Pilco, S. Z. (2020). Artificial intelligence in education: A systematic review. *Educational Technology & Society*, 23(3), 65–76.
- Shamir, A. ve Levin, I. (2020). AI education in early adolescence: Ethical and practical dimensions. *Computers & Education*, 145, 103729.
- Shin, D. (2021). The effects of explainability and causability on perception, trust, and acceptance: Implications for explainable AI, *International Journal of Human-Computer Studies*, 146, 102551.
- Slimi, Z., Benayoune, A. ve Alemu, A. E. (2025). Students' perceptions of artificial intelligence integration in higher education. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 471–484. <https://doi.org/10.12973/eujer.14.2.471>
- Storey, M. A. ve Wagner, B. (2024). A framework for using AI to support formative assessment in science. *Educational Measurement*, 41(2), 67–91.
- Tuomi, I. (2018). The impact of artificial intelligence on learning, teaching and education: Policies for the future. European Commission Joint Research Centre.
- Vachovsky, M. E., Wu, G., Chaturapruek, S., Russakovsky, O., Sommer, R. ve Fei-Fei, L. (2016). Towards more gender diversity in CS through an artificial intelligence summer program for high school girls. *SIGCSE 2016 - Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing*, 303-308.
- Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence* (3. baskı). Addison-Wesley.
- Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J. ve Wang, C. C. (2021). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 103599.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. ve 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.
- Zhai, X., Zhang, M. ve Xu, Y. (2022). Advantages and limitations of AI in science education: A systematic review. *Science Education International*, 33(1), 14–25.
- Zhou, Y. ve Schofield, H. (2024). Ethical risks of AI-based tutoring systems in K-12 education. *Journal of Educational Ethics*, 12(2), 99–118.
- Zilyas, D. ve Yılmaz, A. (2023). Makine öğrenmesi yöntemleri ile eğitim başarısının tahmini modeli. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 14(3), 437–447. <https://doi.org/10.24012/dumf.1322273>
- Zupic, I. ve Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>.

The Use of Artificial Intelligence in Biology Education: A Bibliometric and Content Analysis

Extended Abstract

Introduction

In recent years, the integration of artificial intelligence (AI) into educational environments has received growing attention. Following the public release of tools such as ChatGPT, researchers have increasingly begun to examine the role of AI in supporting instruction across different disciplines. Within biology education, AI applications are being investigated for their use in facilitating the teaching of conceptually dense topics and enhancing classroom engagement. This study reviews 40 peer-reviewed academic articles published between 2015 and 2025, aiming to identify the distribution of publications over time, the targeted educational levels, the research designs employed, and the pedagogical themes addressed in the literature.

Method

The research employed a document analysis approach based on a combination of bibliometric analysis, which reveals publication patterns and citation trends, and content analysis, which allows for an in-depth examination of thematic elements within the literature. In the first phase, systematic database searches were carried out to locate relevant studies addressing AI applications in biology teaching. The databases included Scopus, Web of Science, ResearchGate, and Google Scholar. Scopus, Web of Science, ResearchGate, and Google Scholar. The search included keywords such as “artificial intelligence,” “AI,” “ChatGPT,” and “biology education.” After reviewing 1,190 records, 40 peer-reviewed articles were selected based on their direct relevance to instructional applications in biology education. These articles were analyzed according to their year of publication, country of origin, research method, and keyword usage.

In the second stage, a qualitative content analysis was conducted on the full texts of the selected studies. Six broad thematic categories were developed: instructional environments, pedagogical strategies, observed benefits, reported limitations, interdisciplinary elements, and professional development aspects. Through a process of open coding, 16 codes were created based on recurring patterns in the studies. Two researchers independently coded the material and compared their findings to ensure consistency and agreement on the final categorization.

Findings

Most of the reviewed studies were published after 2020, with a noticeable increase observed in 2023. The majority of the publications originated from the United States, Türkiye, and South Korea. Among the 40 articles examined, experimental designs were the most common ($n = 30$), while the remaining studies were categorized as reviews ($n = 7$) and document analyses ($n = 3$). The participant groups in these studies generally consisted of high school and undergraduate students.

AI tools were mostly used to personalize instruction, provide automatic feedback, and support students in understanding complex biology topics. Some studies reported that these tools contributed to increased student motivation and engagement. However, various limitations related to AI use were also identified. These included teacher preparedness, inconsistent tool performance, and insufficient technological infrastructure particularly in secondary school settings. Ethical concerns and the reliability of AI-generated content were also mentioned in some studies, although such issues were addressed less frequently.

Some studies suggested that the use of AI tools was aligned with common pedagogical models such as problem-based learning and Bloom's taxonomy. Others focused on the role of AI in supporting higher-order skills such as critical thinking, hypothesis generation, or visual learning. Research focusing on teachers or involving middle school students was found to be very limited.

Results and Conclusion

The experimental practices identified in the reviewed studies offer valuable insights into how artificial intelligence has been incorporated into biology education in school settings. Although tools such as ChatGPT and virtual laboratories have been used in instructional environments, their modes of implementation differ depending on the study and the specific context. Considering that the increase in related publications began in 2023, it can be anticipated that this rapid expansion will gradually evolve into more systematic, controlled, and refined AI-supported instructional environments where previously noted limitations are reduced. Furthermore, studies evaluating the long-term impacts of AI-supported teaching or comparing different tools under similar conditions may contribute to more evidence-based and well-grounded instructional decision-making.

