

Fen Eğitiminde Yenilikçi Yaklaşımlar ve Dijital Dönuřüm

Editör: Prof. Dr. Ahmet Turan ORHAN



ÖZGÜR
YAYINLARI

Fen Eğitiminde Yenilikçi Yaklaşımlar ve Dijital Dönüşüm

Editör:

Prof. Dr. Ahmet Türan ORHAN



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozguryayinlari.com

✉ info@ozguryayinlari.com

Fen Eğitiminde Yenilikçi Yaklaşımlar ve Dijital Dönüşüm

Editor: Prof. Dr. Ahmet Turan ORHAN

Language: Turkish

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-5757-35-7

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub894>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Orhan, A. T. (ed) (2025). *Fen Eğitiminde Yenilikçi Yaklaşımlar ve Dijital Dönüşüm*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub894>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozguryayinlari.com/>



Ön Söz

Günümüzün hızla değişen bilgi ve teknoloji çağında, fen eğitiminde yenilikçi yaklaşımlar ve dijital dönüşüm, öğrencilerin bilimsel düşünme, problem çözme ve yaratıcı üretim becerilerini geliştirmede kilit rol oynamaktadır. Öğrenme süreci için bu değişimler dikkate alınmak zorundadır. Aynı zamanda öğrenme süreci, yalnızca sınıf ortamıyla sınırlı olmayıp bireyin çevresiyle kurduğu etkileşimle zenginleşen yaşam boyu devam eden bir süreçtir. Bu düşünceler doğrultusunda oluşturulan bu kitap dört bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölüm, “Yapay Zekâ ile Yaratıcılık ve Yenilikçilik Becerisini Kazandırmanın Fen Eğitimi Üzerindeki Etkileri” başlığında altında yapılandırılmıştır. Fen eğitimi, disiplinler arası yapısı nedeniyle güncel gelişmelerle sürekli etkileşim hâlinde ve bu yönüyle özellikle yapay zekâ gibi teknolojik ilerlemelerle yakın ilişki içindedir. Yapay zekânın eğitim alanındaki yükselişi, fen eğitiminin de bu değişime uyum sağlamasını ve yaratıcı, yenilikçi yaklaşımlar geliştirmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, fen eğitiminin yapay zekâ ile etkileşimi hem fırsatlar hem de potansiyel riskler açısından değerlendirilmiştir.

İkinci bölüm, “Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı” başlığındadır. Fen öğretimi, öğrencilerin bilim insanı gibi çalışarak bilgiyi araştırma, sorgulama ve deneyim yoluyla öğrenmelerini gerektirir. Bu süreçte argümantasyon, bilimsel iddiaların kanıtlarla desteklendiği ve tartışıldığı etkili bir öğrenme yaklaşımı olarak öne çıkar. Ancak argümantasyonun yazılı şekilde yapılması sıkıcı bulunabildiğinden, teknolojik araçlarla dijital ortama taşınarak daha ilgi çekici ve motive edici hâle getirilebileceği vurgulanmıştır.

Üçüncü bölüm, “Fen Eğitiminin Günümüzdeki Yeri ve Dijital Dönüşümün Kaçınılmazlığı” şeklinde başlıklandırılmıştır. Fen eğitimi, öğrencileri çağın sorunlarına çözüm üretebilen bireyler olarak yetiştirmeyi hedeflerken; dijital araçlar ve teknolojiler bu süreci daha etkili ve kapsayıcı hâle getirmektedir. Artırılmış gerçeklik, oyun tabanlı uygulamalar ve yapay zekâ destekli ölçme-değerlendirme sistemleri, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal becerilerini geliştirmekte önemli rol oynamaktadır. Dijital dönüşüm, yalnızca teknoloji entegrasyonu değil; öğrenme ortamlarının, süreçlerinin ve erişilebilirliğin bütüncül olarak yeniden tasarlanması anlamına gelmektedir.

Dördüncü bölüm “Fen Öğretiminde Okul Dışı Öğrenme Yaklaşımı” şeklinde oluşturulmuştur. Öğrenme, bireyin doğumuyla başlayan ve yaşam boyu süren bir süreçtir; bu nedenle sadece okul ortamıyla sınırlı kalmamalıdır. Özellikle erken yaşlarda çevreyle etkileşim, öğrenme ve gelişim açısından kritik öneme sahiptir. Park, bahçe, müze gibi okul dışı öğrenme ortamları, öğrencilerin yaparak-yaşayarak öğrenmelerine katkı sağlar ve öğrenmeyi daha anlamlı, ilgi çekici ve motive edici hâle getirir. Fen bilimleri gibi doğrudan yaşamla bağlantılı derslerde bu tür ortamların kullanılması, öğretimin doğasına uygundur ve öğrenme çıktılarının gelişimini destekler.

“Fen Eğitiminde Yenilikçi Yaklaşımlar ve Dijital Dönüşüm” başlıklı bu kitabın eğitim ve öğretime gönül vermiş tüm okuyucularına ve alan yazına katkı sağlaması dileğiyle tüm değerli yazarlarımıza katkıları için teşekkür ederim.

Editör

Prof. Dr. Ahmet Turan ORHAN

İçindekiler

Ön Söz

iii

Bölüm 1

Yapay Zekâ ile Yaratıcılık ve Yenilikçilik Becerisini Kazandırmanın Fen Eğitimi Üzerindeki Etkileri 1

Alperen Geldi

Ahmet Turan Orhan

Bölüm 2

Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı 21

Halil İbrahim Yıldırım

Bölüm 3

Fen Eğitiminin Günümüzdeki Yeri ve Dijital Dönüşümün Kaçınılmazlığı 51

Onur Can Kolay

Bedri Nejat Yüzüak

Yusuf Yılmaz

Bölüm 4

Fen Öğretiminde Okul Dışı Öğrenme 81

Halil İbrahim Yıldırım

Yapay Zekâ ile Yaratıcılık ve Yenilikçilik Becerisini Kazandırmanın Fen Eğitimi Üzerindeki Etkileri

Alperen Geldi¹

Ahmet Turan Orhan²

Özet

Fen eğitiminin, dününe ve bugününe bakıldığında tek başına ele alınamayacak kadar büyük ve diğer disiplinlerle bir arada bulunma zaruriyetini içinde barındıracak kadar da hacimli bir ders olarak varlığını korumaktadır. Bundan sonra da aynı şekilde güncel ayak uydurma konusunda başı çekecek derslerden birisidir. İçerik kapalılığı kabul etmeyen fen eğitimi, akademik gelişmeleri takip etmekle kalmayıp aynı zamanda yeni buluşların ortaya çıkmasına öncülük etmeye devam etmektedir. Günümüzde gelişmekte olan yapay zekâ ve diğer teknolojilerin birçok alanda etkileyici konumda olduğu veya olabileceği gözlemlenmektedir. Dijital dönüşüm çağında teknolojinin hızlı gelişimi, yapay zekâ uygulamalarının eğitim, sağlık ve sosyal alanlarda vazgeçilmez hâle gelmesine yol açarak, eğitim reformunu ve yapay zekâ destekli eğitim sistemlerinin kullanımını zorunlu kılmıştır (Huang, 2024). Yapay zekânın etki altına alması beklenen alanlardan birisi de fen eğitimidir. Bu durumu önceden gözlemleyerek reaksiyon alabilmek, alanın gelişiminde ve daha ileriye taşınmasında önemlidir. Aynı zamanda ortaya çıkabilecek olumsuz etkilerin de önceden alınacak önlemler ile azaltılması mümkündür. Fen eğitiminde güncelliğin korunarak üretkenliğin sağlanması için yaratıcılık ve yenilikçilik kavramları üzerinde durulmalıdır. Yaratıcılık ve yenilikçilik, yirmi birinci yüzyıl becerileri içerisinde de önemli bir yer tutmaktadır. Bu bölümde fen eğitiminde önemi vurgulanan yaratıcılık ve yenilikçilikle yapay zekânın ne kadar bağlantılı olduğu ve bunun fen eğitimine katkıları, avantajları ya da dezavantajlarının olup olmadığı incelenmiştir. Ayrıca bu bölümde; fen

- 1 Sınıf Eğitimi Yüksek Lisans Öğrencisi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 20249441008@cumhuriyet.edu.tr, 0009-0005-7215-9752
- 2 Prof. Dr, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, aturanorhan@cumhuriyet.edu.tr, 0000-0001-9613-3761

eğitimi, yapay zekâ, yaratıcılık ve yenilikçilik ekseninde “Yapay zekâ neden var olmuştur? Yaratıcılık ve yenilikçilik nedir? Fen eğitimi olumsuz etkilenebilir mi?” gibi çeşitli sorgulamalar yapılmıştır.

1. Giriş

“Öğretmen çocuklara fazla sayıda ve çeşitte malzeme sunabilir ve çocuklardan var olan malzemelerin içinden seçerek ve kullanarak problemlerine çözüm üretmelerini bekleyebilir. Belki bir çocuk paraşüt yerine, nesneyi yapacağı kâğıttan bir uçağın üzerine koyup serbest düşüşe bırakmayı deneyecek veya daha önce hiç kullanılmamış malzemeleri kullanarak bir paraşüt oluşturacaktır.” (Çetin & Demircan, 2020).

Yaratıcılık, insanlık tarihinin başlangıcından bu yana var olan ve bireylerin doğuştan sahip oldukları bilişsel bir kapasite ve süreç olarak tanımlanmaktadır (Habib vd., 2024). Yeni değer, anlam veya kullanım potansiyeline sahip fikirlerin birleşimi olarak görülen yaratıcılık, bilgi toplumlarında yenilik ve ilerlemenin temel dinamiğini oluşturmaktadır (Collard & Looney, 2014). Bu bağlamda araştırmacılar, yaratıcı düşünme becerisini üretkenlik (çok sayıda özgün ve standart dışı fikir üretme), esneklik (problemleri çözmek için farklı stratejiler kullanma), orijinallik (alışılmadık ve yenilikçi çözümler geliştirme), geliştirme (fikirleri ayrıntılandırarak zenginleştirme), kapanmaya direnç (mevcut kalıpları sorgulama ve yeni fikirlere açık olma) ve soyutlama (problemin özünü kavrama) gibi temel bileşenler üzerinden açıklamaktadır (Liu vd., 2023).

Teknolojik ilerlemeler ile eğitim, çağın gereksinimlerine uygun ve sürdürülebilir öğrenme modelleri tasarlamakta yenilik yapma gerekliliğiyle karşı karşıya kalmakta; bu bağlamda yapay zekâ, daha etkileşimli, uyarlanabilir ve yenilikçi öğrenme modelleri geliştirmek için önemli fırsatlar sunmaktadır (Suroiya vd., 2025).

Yapay zekâ, eğitim içeriğini öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına ve güçlü yönlerine göre uyarlayarak daha derin katılım, yenilikçilik ve yaratıcı problem çözme becerilerini teşvik eden kişiselleştirilmiş ve sürükleyici öğrenme deneyimleri sunmak suretiyle eğitimi köklü biçimde dönüştürme potansiyeline sahiptir (Hasibuan & Azizah, 2023). ChatGPT gibi yapay zekâ uygulamaları, öğretmen adayları ve tasarım öğrencilerinin beyin fırtınası, hikaye anlatımı, problem çözme ve görselleştirme araçları aracılığıyla yaratıcı kapasitelerini geliştirmelerine yardımcı olur (Liu vd., 2023).

Yapay zekâ, eğitimin özelleştirilmesini kolaylaştırarak her öğrencinin bireysel gereksinimlerine ve yeteneklerine uygun öğretim teknikleri ile eğitim kaynaklarının uyarlanmasına olanak tanırken, bireylerin ilgi ve

becerilerini belirleyip kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri oluşturmak suretiyle yaratıcılığı desteklemekte ve ortak ilgi alanlarına sahip öğrenciler arasında yenilikçi iş birliğini teşvik etmektedir (Hasibuan & Azizah, 2023). Yapay zekâ gibi ileri teknolojiler, eğitsel yeniliği katalize eden, yaratıcılığı teşvik eden ve yenilikçi ile etkileşimli pedagojik yaklaşımların geliştirilmesini destekleyen önemli araçlar olarak ortaya çıkmakta; bu teknolojilerin eğitime entegrasyonu ise öğrenciler arasında yaratıcı ifade biçimlerinin ve yaratıcı becerilerin gelişimi için yeni fırsatlar sunmaktadır (Liu vd., 2023). Gelecek araştırmalara yönelik öneriler, eğitimde yapay zekâ teknolojisini etkili bir şekilde kullanabilmek için teknolojiye erişimin artırılmasına ve öğretmen eğitiminin geliştirilmesine daha fazla odaklanmayı içermektedir (Solihat vd., 2024).

2. Yaratıcılık ve Yenilikçilik

Yenilikçilik kavramının kökenine baktığımızda tarihte 1548 yılında “yenilenmek veya değiştirmek” anlamlarıyla ortaya çıktığı görülmektedir (Terzi & Yenice, 2024). Yeniliğin olmadığı bir yerde yaratıcılık, yaratıcılığın olmadığı bir yerde yenilikçilik düşünülemez. Bu yüzden yaratıcılık ve yenilikçilik bir bütün olarak ele alınmalıdır. Yaratıcılık, insanlığın neredeyse her alanında var olan eleştirel düşünüşle hayal gücünün birleştiği bir nokta olarak değerlendirilebilmektedir. Durumdan memnun olmayış ve bu memnuniyetsizliğe çözüm aramadaki yolların süzgeçten geçirildiği zihinsel faaliyete yaratıcı süreçte temel dinamikleri konumlandırma olarak adlandırılabilir (Çetinkaya & Taşkaya, 2024). Sternberg ve Lubart (1999), yaratıcılığın hem yeni hem de uygun bir iş üretme yetisi olarak düşünülmesi gerekliliğini vurgulamışlardır (akt., Aguilar & Pifarre Turmo, 2019). Günümüz insanı yirmi birinci yüzyıl insanı olarak sınıflandırılmaktadır. Bu nesildeki insanların hayatta kalabilmesi için yaşadığı çağın becerilerini kazanma konusunda tam olarak yetişmiş olması gerekmektedir. Çağın gereksinimlerine ayak uyduran bireyler, teknolojik ve bilimsel gereksinimleri takip etme konusunda sorun yaşamazlar.

Dilekçi ve Karatay’ın (2023) aktardığına göre, yirmi birinci yüzyıl becerileri kavramı ilk olarak OECD tarafından 2006 yılında yeni yüzyılda yaşayan insanların çağın gereksinimlerini karşılaması yönündeki becerilerini sınıflandırmıştır. Bu sınıflama içerisinde yaratıcılık ve yenilikçilik becerisi mevcuttur. Aynı zamanda MEB (2018) Öğretim Programı’nda Temel Yeterlilikler Çerçevesinde öğrencinin kazanmasını beklediği yeterliliklerden birisi de yaratıcılık ve yenilikçilik becerisi alt hedef olarak belirtilmiştir.

Yaratıcı düşünme becerileri, 21. yüzyıl eğitimi için hayati öneme sahiptir (Bakri vd., 2023). Yaratıcı düşünme becerisi, uyarılma ve yeniden yapılandırmaya yönelik davranışları güçlendirmede farklı durumlarda esnek bakış açısıyla sorunla başa çıkma konusunda uyum kolaylığı sağlayan araçlardan birisidir (Adeoye & Jimoh, 2023). Yaratıcı ve yenilikçi olmak bir alan çerçevesinde özgünlüğünü koruyarak yeni bakış açısıyla güncel bir dönüt ve düzeltmelerin barındırılmasıdır. Aytaç (2005) yaratıcı düşünmede bilimsel süreçlerin oluşma aşamalarından bahsetmiştir. Bunlar Şekil 1’de aktarılmıştır:



Şekil 1 Yaratıcı Düşünmede Bilimsel Süreçlerin Oluşma Aşamaları

Hazırlık aşamasıyla, sorun hissedilir ve belirlenir. Veri toplama aşamasında, sorunla ilgili olabilecek bütün veriler toplanır. Kuluçka aşamasında, konu ve sorunun ne olduğuna bağlı olarak veriler üzerinde düşünülmeye başlanır. Aydınlanma aşamasında, soruna yönelik akılda uyanabilecek herhangi ışık çözüm yolunu belirler. Doğrulama aşamasında ise kişi aklında canlanan ışığın izinden çözüme yönelik çözüm yollarını bilimsel deneylerle ya da mantıksal çıkarımlarla sonuca ulaşmaya çalışarak süreci tamamlar.

Yaratıcı ve yenilikçi olma konusunda eğitime büyük görevler düşmektedir. Bunları sağlarken eğitimin dijital bağlantılarını güçlendirerek günceli takip etme ve eğitimde yaratıcılık becerisinde teknolojilerden faydalanma konusunda hız kazanması önemlidir. Rayna ve Striukova (2021) yılında yaptığı çalışmada eğitime teknolojinin entegrasyonu konusunda yalnızca idari işlerin kapsadığı, öğretim yöntem ve teknikleri konusunda halen sınırlılığını koruduğunu savunmaktadır.

2.1. Okullarda Fen Eğitiminde Yaratıcılık ve Yenilikçilik Becerisinin Kazandırılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar

Yaratıcılığın hem bireysel refahın artırılması hem de toplumsal ve ekonomik yenilik ile kalkınmanın sağlanması açısından kritik bir rol oynadığı genel kabul görmekte olup, eğitim alanındaki araştırmalar bu yeteneğin erken yaşlardan itibaren desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Collard & Looney, 2014). Eğitimcilerin bilişsel stillerinin araştırılması, öğretim stratejilerinin uyarlanması ve öğrenme süreçlerinin kişiselleştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir; zira farklı düşünme biçimleri, öğretim

etkinliğini doğrudan etkileyerek pedagojik yaklaşımların bireysel ihtiyaçlara göre şekillendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Öğretme eyleminin özünde yaratıcı bir süreç olduğu unutulmamalıdır; çünkü bu süreç, her biri kendine özgü kişilik özellikleri ve gelişim yollarına sahip bireylerden oluşan bir gruba yönelik bütüncül bir pedagojik yaklaşımı gerektirir. Bu doğrultuda, eğitimcilerin yenilikçi düşünme biçimlerini benimseyerek özgünlüğü destekleyen öğrenme ortamları oluşturmaları ve öğrencilerin yaratıcı becerilerini geliştirmelerine aktif biçimde katkı sunmaları büyük önem taşımaktadır (Liu vd., 2023).

Anggoro ve arkadaşlarının (2017) aktardığına göre fen bilimleri derslerinde öğretim aşamasında yapılan etkinlikler ve gerçek hayat deneyleri yapmak hem öğrenci hem de öğretmen açısından eğlencelidir. Model ve modelleme, bilim insanlarının temel bilimlerde yani kimya, fizik, biyoloji gibi alanlarda temel yasaları öğrencilerin anlayabileceği düzeye indirip basitleştirerek modellemelerle anlatılması son yıllarda ilgi görmektedir (Demirhan & Şahin, 2021). Öğretmenlerin bilimsel becerilerini ve fen eğitimi becerilerinin gelişmesi süreci içinde modelleme kullanmaları önemlidir (Justi & Van Driel, 2005).

Yenilikçi ve dolaylı yoldan da yaratıcı fen eğitimi yaklaşımlarına bakıldığında, birey süreçte aktif ve bilimsel olarak sorgulamaya dayalı teknoloji destekli pedagojik eğitim, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi Ters-Yüz Sınıflar vb. çalışmalar ortaya çıkmıştır (Terzi & Yenice, 2024). Belirtilen ve bunlara benzer çalışmalar sayesinde okullarda öğrencilerin yaratıcılık ve yenilikçilik becerilerinin kazandırılması hem öğretim programlarınca desteklenmekte hem de yirmi birinci yüzyıl becerilerine uyumlu bir şekilde yürütülmektedir.

3. Yapay Zekâ ve Eğitim

ChatGPT tarafından yaygınlaşan Üretken Yapay Zekâ (GenAI), günümüzün en etkili teknolojilerinden biridir (Lim vd., 2023). Yapay zekâ, özellikle koronavirüs (COVID-19) zamanında okulların kapatılmasından bu zamana kadar belli seviyede önemli hale gelmiştir (Al Darayseh, 2023). Üretken Yapay Zekâ (GenAI), mevcut verileri yeniden veri örnekleriyle tasarlayarak bir makine öğrenimi algoritmasını kapsamaktadır (Chan & Hu, 2023). Giam ve arkadaşlarına (2022) göre Yapay Zekâ Robotu, insan konuşmalarını işleyebilen akıllı bir konuşma sistemidir. Baskara'nın (2023) belirttiği üzere Chatbot'lar sayesinde konu hakkında bilgileri, öğrencilerin öğrenme çıktılarını, çalışma yaptığı konular hakkında bilgileri öğrencilerin sorularını yanıtlayarak geri bildirim sağlamaktadır. ChatGPT, insanlar gibi

metin üretebilen; soruları yanıtlayabilen ve görselleştirme yapabilen bir yapay zekâ sistemidir (OpenAI, 2023). Algodoo benzeri programlar fizik dersinde simüle yapan araçların fen dersleri öğretiminde önemli rol oynadığı alanyazında belirtilmiştir (Sontay & Karamustafaoğlu, 2023). Bu sayede öğrenciler GenAI kullanımıyla çeşitli yönden desteklenerek avantajlı konuma gelmektedirler (Jose vd., 2024).

Yapay zekâ, bireysel ihtiyaçlar ve yeteneklere yönelik olarak öğrencinin öğrenme çıktılarını geliştirmesine katkı sağlar (Şimşek, 2025). Yapay zekâ öğrencilerin yalnızca bilgiyi edinmede derinlemesine öğrenilmesinin ötesinde bilgiyi oluşturmada aktif rol almalarının desteklenmesi konusunda teşvik sağlamaktadır (Olatunde-Aiyedun, 2024). ChatGPT insan dilini anlamakta, şiir öykü veya romanları insan üretimine eşdeğer düzeyde yaratıcı yazma yeteneğine sahiptir (Shidiq, 2023). Eğitimde bireyselleştirilmiş öğreti ve öğrenme süreçleri için yapay zekâ kullanımı kıymetli bir çözüm ortaya koymaktadır. Bütün öğrencilere kendi öğrenme hızları ve öğrenme stillerine yönelik farklı ve özel programlar tasarlayıp öğrenme sürecinin gerçekleşmesi sağlanabilmektedir (Çiftçi vd., 2024).

Ayrıca, öğrencilerin performanslarına yönelik dönüt sağlanması ve rehberlik gereksinimlerinin karşılanması süreçlerinde, boylamsal ve büyük ölçekli verilerin analizini etkin biçimde gerçekleştirebilen yapay zekâ uygulamalarından yararlanılabilmektedir (Martin vd., 2023). Günümüzde yapay zekâ ve teknolojileri açısından önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte güncel ayak uydurmak bir hayli önemlidir. Bu yüzden fen bilimleri derslerinde 2018 ve maarif modeli öğretim programları yenilikçi ve teknolojiyle uyumlu halde hazırlanmıştır (MEB, 2018; MEB, 2024b).

Web alanlarında yaşanan gelişmelerle güncel bilgiye kolay ve hızlı bir şekilde ulaşmak ve kullanmak mümkündür (Orhan & Men, 2018). Bu gelişmeler günlük yaşamımızda, eğitim ve iş alanlarında birçok değişikliği de beraberinde getirmiştir. STEM alanlarının bu alanlarda güçlü bir ilerleme sağlayıcısıdır. Yapay zekâ ve STEM eğitimi karşılıklı etkileşimde ve girişimciliği, yaratıcılığı önemli oranda artırıcı potansiyeli içinde barındırmaktadır. Yapay zekâ, gerçek dünyada var olan senaryoların simüle edilmesi konusunda önemlidir. Yeni fikirlerin geliştirilip bunları test edebilme olanağı elde edilmiş olur (Kangiwa vd., 2024). Kendini sürekli yenileyen eğitim sisteminde yapay zekâ uygulamaları kullanmak önemli yer tutmaktadır. Ülkemiz, Millî Eğitim Bakanlığı'nın 2023 hedefleri çerçevesinde eğitimde iyileştirmeler için yapay zekâdan destek almayı amaçlamaktadır (İşler & Kılıç, 2021). Değişimlere ayak uydurmak, makul olanı uygulamaya geçirebilecek bilgi ve beceriye sahip

olmak bütün kademeler için önemlidir. Geleceğe bir adım önde başlamanın yollarından birisi de teknolojik devinimlere önceden hazır olmakla başlar.

3.1. Yapay Zekâ, Eğitim ve Etik

Yapay zekânın dijital sahada yer almasından kaynaklı olarak bazı güvenlik ve bilgilerin sızdırılması konusunda endişeler mevcuttur. Au-Yong-Oliveria ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışmada etik konularda da kaygılarının olduğunu dile getirmiştir. Wirtz vd. (2018) robotların da insanların emrinde değil insanların robotların emrine dönüşebileceği hakkında ifadeleri mevcuttur. Yapay zekânın eğitim üzerinde gözle görülür oranda etkileri olabilir. Eğitim açısından destekleri olsa da kesinlik açısından zaman kaybı, üşengeçlik ve güvenlik sorunları görmezden gelinmemelidir. Karar verme zamanında destekleyici, öğrenci ve öğretmenlerin farklı görevleri tamamlamasını desteklemektedir. Öğrenim sürecinde öğrencilerin yapay zekâyâ alışması yapay zekâ bağımlılığını artırmaktadır (Ahmad vd., 2023).

Etik çerçeveler konusunda sorumlu olarak kullanılması üzere net etik kuralları ve çerçevesi oluşturulması kötüye kullanımı ve risklerini azaltarak etik güvence altına alınabilir (Almasri, 2024).

3.2. Öğretmenlerin Gözünden Yapay Zekâyâ Bakış

ChatGPT, sınıfta öğretim ve öğretmenlerin rehberlik sürecinde öğretmenlere düşen iş yükünde azaltıcı etkiye sahiptir (Arduç, 2025). Yapay zekâ kullanılarak öğrencilerin performanslarını, öğrencilerin öğrenme üzerindeki kişiselleştirilmiş deneyimlerini sunmayı sağlamakta ve idare işleri gibi işlerde yardımcı rol oynamaktadır (Kaya & Köseoğlu, 2024). Yapay zekâ, öğrencilerin birbiri arasındaki iş birliği ve etkileşimlerinin artmasını sağlar. Sanal öğrenme ortamları, öğrencilerin çevrimiçi çalışmasını ve öğrencilerin tartışma grupları oluşturmalarını destekler (Seyrek vd., 2024).

Öğretmenler sınıfta temel etkidir ve sınıf içinde belirlenecek teknolojinin kullanılacağına kararını verme kısmında önemini korumaktadır. Öğretmen bu karar vermede teknoloji ya da yapay zekâyâ karşı bir direnç göstermesi halinde teknoloji kullanımı baltalanmış olacaktır (Lee & Zhai, 2024). Ayrıca Lee ve Zhai (2024) yaptığı çalışmada ChatGPT'nin bilgi edinme yöntemlerinde devrim yaratacağı yönünde bulguların yanında öğretmenlerde bu alanda bilgi eksikliklerinin mevcut olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Yapay zekâ tarafından desteklenen yetkinlik geliştirme programlarının uygulanması, fen bilimleri öğretmenlerine fayda sağlayabilir (Gunawan vd., 2021). Öğretmen tarafından desteklenmiş yapay zekâ fen bilimleri etkinlikleri, öğrencilerin çalışmalarında iyi sonuçlar elde etmelerine katkı

sağlamıştır ve öğretmen desteği olmadan ise öğrenciler kendi yaratıcılık ve problem çözme becerileri sayesinde görevleri başarıyla tamamlamışlardır (Wu & Yang, 2022). Ek olarak fen bilimleri eğitiminde önemli bir yer tutan veri analitiği, öğrencilerin performanslarında gözlem yapılabilir bu veriler neticesinde öğrencinin güçlü zayıf yönleri hakkında öğretmene önerilerde bulunarak öğretmene destek sağlar (Güler, 2024).

Yapay zekânın öğretmenler açısından değerlendirmeye alınması, öğretmenlerin bu alanda yetkinliklerinin artırılıp eğitim öğretim faaliyetlerinde destekleyici role büründürülmesi çeşitlilik ve kalite konusunda artış yaşanmasını sağlar (Almasri, 2024).

3.3. Yapay Zekânın, Yaratıcılık ve Yenilikçilik Becerisine Etkisi

Yapay zekâ yaratıcı süreçlerde önemli rol oynayabilir fakat insan yaratıcılığıyla kıyasa sokulduğunda sınırlamalara sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. İnsan yaratıcılığında daha çok duygu, bilinç gibi insana has özellikler ortaya çıkarken yapay zekâda algoritmik süreçlerde verilerin analiz edilerek özgünlük ve yenilik üretmesiyle oluşmaktadır (Mutlu, 2025). Çiftçi ve arkadaşları (2024) Cornell Üniversitesi Eğitim İnovasyonu Merkezi gibi kurumların yapay zekâyla birlikte öğrencilerin bilgilere hızlı erişim imkânı sağladığını, yaratıcılık ve merak duygularını destekleyerek eğitimde dönüşüm yapılabileceğini belirtmişlerdir. Yapay zekâ, yaratıcı düşünceleri desteklemekte ve yapıcı bir fikirle yönlendirilmediği zamanlarda sonuç benzerliğine yol açabilmektedir. Üretken araçlarla eğitim alanlarına daha fazla entegre edilmesi, öğrencilerin aktif ve yaratıcı olması yetenek ve düşüncelerle donatılması büyük önem arz etmektedir (Baltà-Salvador vd., 2025).

Kısacası insani özelliklere benzetilmek açısından yapay zekâ belirli noktalarda destekleyici role bürünebilmektedir. Yapay zekânın teknolojik yeniliklerde doruk noktası olması ve bilgisayarların insan benzeri hareketlerle görevi yerine getirme yetisi kazandığı ortadadır (Chen vd., 2020). Fakat tamamen özgün insani duyguları yansıtmaması mümkün değildir.

3.4. Yapay Zekânın Fen Eğitiminde Kullanım Alanları

Yapay zekâ sistemleri ve algoritmalarına olan ilgi eğitim alanında da her geçen yıla göre artış yaşamaktadır (Chen vd., 2020). Yapay zekâ alanındaki teknolojik gelişmeler, eğitimdeki sorunları aşmak için yeni fırsatlar sunmakta olup, büyük miktarda veriyi işleyebilme ve gerçek zamanlı geri bildirim sağlayabilme kapasitesi sayesinde geleneksel öğrenme yöntemlerini köklü biçimde dönüştürme potansiyeline sahiptir (Fong vd., 2024).

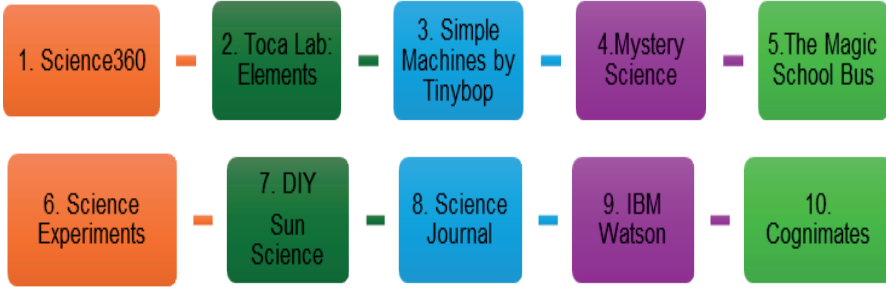
Hızla gelişerek büyüyen yapay zekâ, bilim öğretim sürecinde öğrenme ve değerlendirme uygulamalarında üst düzey fırsatlar sunmaktadır (Lee ve Zhai, 2024). Bunlar dersi planlamada yenilikler, öğrencilere yönelik kişiselleştirilmiş geri bildirimler ve değerlendirmeyi otomatikleştirmek olarak sıralanabilir. Hesaplama aracı olma görevi yüklenmiş olan yapay zekâ, kendini denetleyebilen oluşumu sayesinde karar verici, çıkarım yapıcı, geçmiş verileri analiz ederek yaratıcılıkta her alana katkı sağlamaktadır (Bulut vd., 2024).

Öğretmenlerin çoğu, yapay zekâ kullanımını tüm derslerin değerlendirme kısmında kullanmak isterken bazı öğretmenler Fen Bilimleri dersinde deneyler ve sunular hazırlamak, Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilimler dersinde tanınmış insanların anlatımlarına yer vermek için kullanmayı düşünmektedirler (Çolak Yazıcı & Erkoç, 2024).

Fen eğitiminde yapay zekânın kullanılıyor olması öğrencilere daha somut deneyimler kazandırarak öğrencilerin öğrendikleri bilgileri somut yaşantıya dökme ihtimalini artırmaktadır (Arduç, 2025). Öğrenci bilgilerini geliştirmek, merak uyandırmak, günümüz ihtiyaçlarına ve STEM kariyerinde başarı sağlamaları için hazırlanmak önemlidir. Yapay zekânın desteklemesiyle öğrencinin deneyim yaşayarak öğrenmesi ilgi çekici, ulaşımı kolay ve alakalı halde tasarlanması mümkündür (Almasri, 2024; Mustofa vd., 2025).

3.5. Yapay Zekâ Destekli Fen Eğitimi Öğretim Araçları

ChatGPT Fen Bilimleri dersinde öğrenciyi çok yönlü geliştiren bir araç olarak kullanılabilen ve derslerin görselleştirme, problem çözme gibi işlevlerle öğrencilerin sürekli, devamlı öğrenme potansiyeli oluşturma konusunda öğrenciye bireysel destek sağlamaktadır (Torun & Karamustafaoğlu, 2025). Yapay zekâ araçları fen bilimleri ders eğitim kısmında ve öğretimi destekleme konusunda önemli bir rolü vardır (Al Darayseh, 2023; Çolak Yazıcı & Erkoç, 2023). Akıllı öğretim sistemleri neyi, nasıl ve kime öğreteceğini bilen, yapay zekâ teknolojilerinden yararlanan bilgisayar programları olarak tanımlanabilir (Meço & Coştu, 2022). Eğitimde kullanılan yapay zekâ araçları akıllı sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sistemler neyi nasıl öğreteceği konusunda yardımcı olan bilgisayar programlarıdır (Aktay vd., 2023). Fen bilimleri eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçlarından bazıları Şekil 2'de aktarılmıştır (MEB, 2024a).



Şekil 2 Fen Eğitiminde Kullanılan Yapay Zekâ Teknoloji Araç Örnekleri

1. **Science360:** Bilimsel alanları ve mühendislik konularında araştırma ve keşif yapmak için 3 boyutlu interaktif simülasyon, video programıdır.
2. **Toca Lab: Elements:** Elementleri keşif ile elementler arasındaki etkileşimleri dene-yap öğrenme tekniğinin kullanıldığı bir programdır.
3. **Simple Machines by Tinybop:** Öğrencilere basit makineler üzerinde çalışma yöntemlerini öğrenmelerini destekleyen bir programdır.
4. **Mystery Science:** Fen konuları üzerinde öğrencilerin öğrenmeye yönelik keşif yapmalarına yardımcı olan bir platformdur. Sorular üzerinden ilerler.
5. **The Magic School Bus:** Öğrencilere okyanus keşfi yapmalarını ve bu konu üzerinden deneyim yaşamalarını sağlayan bir uygulamadır.
6. **Science Experiments:** Öğrencilerin basit deneyler yapmalarını sağlayan, fen bilimleri konularında keşifler yapmalarını sağlayan bir uygulamadır.
7. **DIY Sun Science:** Güneş ışığında ve güneş enerjilerinin nasıl çalıştığını öğrenmeleri üzerine deneyler yapmayı sağlayan bir uygulamadır.
8. **Science Journal:** Öğrencilerin fen deneyleri yapmalarını ve verileri toplama konusunda yardım etmektedir. Öğrenciler, sensörlerle fiziksel ölçüm yapmaktadırlar.
9. **IBM Watson:** Öğrencilerin yapay zekâ üzerinde farkındalıklar kazanması konusunda çeşitli eğitim materyalleri kazandırmaktadır.

10. Cognimates: Yapay zekâ ve kodlama konularında öğrencilerin temel yapay zekâ kavramlarını öğrenmelerine odaklanmaktadır.

Fen bilimleri dersleri için kullanılabilecek bu yapay zekâ araçları öğrencileri öğretim esnasında destekleyici bir etkiye bulunabilir. Yapay zekâ programları yazılan bu programlarla sınırlı tutulmamalıdır ve liste daha da artırılabilir.

3.6. Yapay Zekânın Öğrenciler ve Eğitim Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Yapay zekâ, yaratıcı düşünmeyi önemli ölçüde destekleme potansiyeline sahip olmakla birlikte, yaratıcılık ve yaratıcı öz güven üzerinde olumsuz etkiler de oluşturabilmektedir; bu doğrultuda, bazı araştırmalar yapay zekânın düşünme süreçlerini teşvik edebileceğini ancak uygun şekilde yönlendirilmediğinde yaratıcı özgüveni zayıflatabileceğini veya kullanıcıların yapay zekâ tarafından üretilen içeriğe bağımlı hale gelebileceğini ortaya koymuştur. Eğitimciler başlangıçta yapay zekânın sınıf ortamında kullanımına temkinli yaklaşılar da ayrışan düşünme becerilerini geliştiren egzersizlerle öğrencilerin bu teknolojiyi nasıl deneyimlediklerini inceleyen çalışmalar, öğretmenlerin yapay zekâdan tamamen kaçınmak yerine insan yaratıcılığını destekleyen ve teknolojinin potansiyelinden yararlanan dengeli bir yaklaşımı benimsemeleri gerektiğini vurgulamaktadır (Habib vd., 2024)

Öğrenciler kendi yaratıcılıklarının kaybolabileceği yönündeki korkuları göz önüne alınırsa, öğretmenler, insanların doğumda bu yana gelen eleştirel düşünce, yaratıcılık ile yenilikçilik yetilerini korumak amacıyla özgür düşünce ve sabit fikir üretme yöntemlerinin önemi vurgulanmış, yapay zekâ desteği olmadan yaratıcı süreçlerin gerçekleştirilmesi ve potansiyellerini genişletmeye devam etmeleri önemlidir. Öğrenciler, yaratıcı ve özgür düşünme yetenekleri olmadan, düşünce üretme zamanlarında teknoloji araçlarını düzenli bir biçimde kullanmaları mümkün değildir (Baltà-Salvador, 2025). Grassini (2023) yaptığı çalışmada kullanıcıların bilgileri yapay zekâdan edinirken tamamen nesnel bilgi olarak alınması sorunları daha da derinleştirmektedir.

Yapay zekâ kullanımı giderek yaygınlaşmakta olup, yazılı eserlerin oluşturulması, sentezlenmesi ve analizinde kullanılabilen yazılımların ortaya çıkışıyla bu teknolojinin yükselişi kaçınılmaz bir olgu haline gelmiştir; her ne kadar birçok kesim yapay zekânın insanlara yardımcı olma potansiyelini desteklese de bu durum aynı zamanda akademik dürüstlük ve öğrenme etiği gibi ihlal edilebilecek alanlara ilişkin önemli endişeleri de beraberinde getirmektedir (Trisnawati vd., 2023).

4. Sonuç

Bu bölümde yapay zekâ, yaratıcılık ve yenilikçilik becerilerinin fen bilimleri ile ilişkisi, yapay zekânın eğitime kattıkları, yapay zekânın öğrenciler ve eğitim üzerindeki olumsuz etkileri, fen bilimleri derslerinde kullanılmakta olan yapay zekâ uygulamaları şeklinde çeşitli başlıklar altında incelenmiştir. Yirmi birinci yüzyıl becerilerinden olan yaratıcılık ve yenilikçilik becerisinin yapay zekâ katkısıyla güncelliği ve yeni bilgiler üretme konusunda etkileri ortaya konulmuştur. Yapay zekânın kullanım alanları, eğitime katkısı ve fen eğitimindeki kapsamı konusunda önemli noktalara değinilmiştir. Bu noktalar ışığında yapay zekâ, yaratıcılık ve yenilikçilik ve fen bilimleri dersleri arasında bir sac ayağı kurulmaya çalışılarak ortak bir bağlam metni hazırlanmaya çalışılmıştır.

Bulgular ışığında yorumlandığında yaratıcılık ve yenilikçilik becerisinin fen eğitimi ve yirmi birinci yüzyıl insanlığı için vazgeçilmez olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapay zekânın yaratıcılık becerisini desteklediği fakat tamamen yerini alamayacağı, insani duyguların ortaya konmasında insanların tam olarak yerini tutamayacağı, yapay zekânın fen bilimleri derslerinde destekleyici role büründüğü bulgusuna ulaşılmıştır. Fen eğitimi derslerinde öğrencilerin modellemeler yaparak konuyu daha iyi kavrayacağı yaratıcılık becerilerini bu şekilde geliştirerek yeni bilgilerin üretimi noktasında da öğrencilerin destek bulabileceği sonuçları aktarılmıştır. Ayrıca öğretmenlerin yapay zekâyı destekleyici bir materyal olarak kullanması öğretim aşamasında faydalı bulunacağı yapılan araştırmalarla birlikte ortaya konmuştur. Etik ihlaller konusunda öğrencilerin bilgilerinin ya da yapay zekâyı yüklenecek bilgilerin güvenliği konusunda halen tereddütler varlığını korumaktadır. Bu güvenlik politikalarının daha sağlam sözleşmelerle garanti altına alınması gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır. Yapay zekâ tarafından yapılacak araştırmalar kolay gibi görünse de yapılacak araştırmanın tam doğru sonucu verdiğini kontrol etme süreci uzun bir süreçtir. Yapay zekâ tarafından ortaya atılan bulgular kişilerin saf bilgi olarak öğreniyor oluşu olumsuz bir yan olarak alan yazında yapılmış çalışmalarda belirtilmiştir. Ek olarak fen eğitiminde kullanılmakta olan yapay zekâ teknolojilerinin listesi bu uygulamaların çalışma prensibi noktasında kısa bilgiler aktarılmıştır. Bu uygulamaların sınırlı olmadığı aktarılmıştır.

Bölümde aktarılan bilgiler ışığında kapsam alanı artırılarak detaylandırması konusunda önerilerde bulunulabilir. Bundan sonraki yapılacak çalışmaların yapay zekâ- fen bilimleri ilişkisi yapay zekâ- yaratıcılık- yenilikçilik ilişkisi bakımından uygulamalı saha çalışması olarak yapılmış çalışmalarla desteklenmesi ve detaylandırılması sağlanabilir. Öğrencilerin yaratıcılık ve

yenilikçilik becerisi konusunda gelişimlerini sağlamak disiplinler arası bir yaklaşımla sağlanması mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- Adeoye, M. A., & Jimoh, H. A. (2023). Problem-solving skills among yüzst-century learners toward creativity and innovation ideas. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 6(1), 52–58.
- Aguiar, D., & Pifarre Turmo, M. (2019). Promoting social creativity in science education with digital technology to overcome inequalities: A scoping review. *Frontiers in Psychology*, 10, 1474. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01474>
- Ahmad, S. F., Han, H., Alam, M. M., Rehmat, M., Irshad, M., Arraño-Muñoz, M., & Ariza-Montes, A. (2023). Impact of artificial intelligence on human loss in decision making, laziness and safety in education. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1–14. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01506-7>
- Aktay, S., Gök, S., & Uzunoğlu, D. (2023). ChatGPT in education. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)*, 7(2), 378–406.
- Al Darayseh, A. (2023). Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100132>
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54(5), 977–997. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10101-2>
- Anggoro, S., Sopandi, W., & Sholehuddin, M. (2017, February). Influence of joyful learning on elementary school students' attitudes toward science. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 812, No. 1, p. 012001). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012001>
- Arduç, M. A. (2025). Teknoloji odaklı fen öğretiminde yapay zekânın fene yönelik tutuma etkisi: Basit makineler örneği. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 39, 1–19. <https://doi.org/10.54600/igdirsosbilder.1497243>
- Au-Yong-Oliveira, M., Lopes, C., Soares, F., Pinheiro, G., & Guimarães, P. (2020, June). What can we expect from the future? The impact of artificial intelligence on society. In *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140931>
- Aytaç, S. (2005). Yaratıcı kişilik ve yönetici. *Hürriyet Gazetesi*. <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/yaratıcı-kisilik-ve-yonetici-104783>
- Bakri, F., Luthfiya, A.Q., Rahmawati, D., and Wati, L. (2023). The modern physics practicum: Students creatively and critically thinking in the 21st-Century competencies. In *Journal of Physics: Conference Series*, 2596(1), 012079.

- Baltà-Salvador, R., El-Madafri, I., Brasó-Vives, E., & Peña, M. (2025). Empowering engineering students through artificial intelligence (AI): Blended Human-AI creative ideation processes with ChatGPT. *Computer Applications in Engineering Education*, 33(1), e22817. <https://doi.org/10.1002/cae.22817>
- Baskara, F. R. (2023). Chatbots and flipped learning: Enhancing student engagement and learning outcomes through personalised support and collaboration. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 4(2), 223-238.
- Bulut, M. A., Davarcı, M., Bozdoğan, N. K., & Sarpkaya, Y. (2024). Yapay zekânın eğitim üzerindeki etkileri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 4(3), 976-986.* <https://www.uleder.com/index.php/uleder/article/view/498>
- Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(43). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Collard, P., & Looney, J. (2014). Nurturing creativity in education. *European Journal of Education*, 49(3), 348-364. <https://doi.org/10.1111/ejed.12090>
- Çetin, M. & Demircan H.Ö. (2020). Erken çocukluk döneminde STEM eğitimi anlayışı. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 102-117. DOI: 10.17679/inuefd.437445
- Çetinkaya, E., & Taşkaya, M. (2024). Yapay zekâ ve yaratıcılık: Fırsatlar, zorluklar, beklentiler. In 5. *Uluslararası Medya Çalışmaları Sempozyumu (IMS 2024) Bildiri Özeti Kitabı* (s. 20). Akdeniz Üniversitesi Yayınları. <https://webis.akdeniz.edu.tr/uploads/1235/content/>
- Çiftçi, M., Çiftçi, A., Akca, H. A., & Kaçmaz, E. (2024). Yapay zekâ ile eğitimde inovasyon: Yenilikçi yaklaşımlar ve uygulamalar. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches*, 10(48), 242-251.
- Çolak Yazıcı, S., & Erkoç, M. (2024). Kimya, fizik, biyoloji ve fen bilimleri öğretmenlerinin yapay zekâ kullanımına yönelik görüş ve tutumlarının teknoloji kabul modeline göre analizi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15(2), 1606-1641. <https://doi.org/10.51460/baebd.1496347>
- Demirhan, E., & Şahin, F. (2021). The effects of different kinds of hands-on modeling activities on the academic achievement, problem-solving skills, and scientific creativity of prospective science teachers. *Research in Science Education*, 51(Suppl 2), 1015-1033. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09892-2>

- Dilekçi, A., & Karatay, H. (2023). The effects of the 21st century skills curriculum on the development of students' creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101229. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101229>
- Fong, A., Lin, J., Ryan, L., and Chang, M. (2024). Leveraging the power of generative AI: a case study on feedback analysis of student evaluation in an undergraduate physiology practical course. *Physiology*, 39(S1), 2081.
- Giam, N. M., Nam, N. T. H., & Giang, N. T. H. (2022). Situation and proposals for implementing artificial intelligence-based instructional technology in Vietnamese secondary schools. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(18). <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i18.31503>
- Grassini, S. (2023). Shaping the future of education: Exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences*, 13(7), 692. <https://doi.org/10.3390/educsci13070692>
- Gunawan, K. D. H., Kaniawati, I., & Setiawan, W. (2021, November). The responses to artificial intelligence in teacher integrated science learning training program. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2098, No. 1, p. 012034). IOP Publishing.
- Güler, T. (2024). Yapay zekâ ve fen eğitimi. In Y. S. Sönmez (Ed.), *Eğitim ve bilim: İlköğretim ve ortaöğretimde fen bilimleri eğitimi* (ss. 7–16). Efeakademi Yayınevi.
- Habib, S., Vogel, T., Anli, X., & Thorne, E. (2024). How does generative artificial intelligence impact student creativity?. *Journal of Creativity*, 34(1), 100072.
- Hasibuan, R., & Azizah, A. (2023). Analyzing the potential of artificial intelligence (AI) in personalizing learning to foster creativity in students. *Enigma in Education*, 1(1), 6-10.
- Huang, X. (2024). Application of artificial intelligence APP in quality evaluation of primary school science education. *Educational Studies*, 50(6), 1215-1235.
- İşler, B., & Kılıç, M. (2021). Eğitimde yapay zekâ kullanımı ve gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 5(1), 1–11.
- Jose, E. M. K., Prasanna, A., Kushwaha, B. P., & Das, M. (2024). Can generative AI motivate management students? The role of perceived value and information literacy. *The International Journal of Management Education*, 22(3), 101082. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.101082>
- Justi, R., & Van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: Promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27(5), 549–573. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323773>
- Kangiwa, B. I., Oludare, O. E., Nassarawa, H. S., Abubakar, N. S., Efeoma, E. L., & Enefola, H. A. (2024). Leveraging artificial intelligen-

- ce for enhancing entrepreneurship and creativity in STEM education. *Journal of Educational Research and Practice*. <https://doi.org/10.5590/JERAP.2024.14.1.01>
- Kaya, M., & Köseoglu, Z. (2024). Geleceğin eğitimini şekillendirmek: Öğretmen yardımcısı yapay zekâ. *Pearson Journal*, 8(29), 1555–1578. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13384238>
- Lee, G. G., & Zhai, X. (2024). Using ChatGPT for science learning: A study on pre-service teachers' lesson planning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1643–1660. <https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3387921>
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Liu, Z., Vobolevich, A., & Oparin, A. (2023). The influence of AI ChatGPT on improving teachers' creative thinking. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(12), 124–139.
- Martin, P. P., Kranz, D., Wulff, P., & Graulich, N. (2023). Exploring new depths: Applying machine learning to analyse student argumentation in chemistry. *Journal of Science Teaching Research*.
- MEB. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara.
- MEB. (2024a). *Eğitimde kullanılan yapay zekâ araçları öğretmen el kitabı*. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- MEB. (2024b). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/fen-bilimleri-dersi>
- Meço, G., & Coştı, F. (2022). Eğitimde yapay zekânın kullanılması: Betimsel içerik analizi çalışması. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 171–193.
- Mustofa, H. A., Kola, A. J., & Owusu-Darko, I. (2025). Integration of artificial intelligence (ChatGPT) into science teaching and learning. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 2(1), 108–128.
- Mutlu, E. (2025). Yaratıcılığın sınırları: Yapay zekâ yaratıcılığına bir bakış. *Moment Dergi*, 11(2), 422–446. <https://doi.org/10.17572/mj2024.2.422-446>

- Olatunde-Aiyedun, T. G. (2024). Artificial intelligence (AI) in education: Integration of AI into science education curriculum in Nigerian universities. *International Journal of Artificial Intelligence for Digital*, 1(1), 1-14.
- Orhan, A. T., & Men, D. D. (2018). Web tabanlı öğretimin fen dersi başarısına ve fen dersine yönelik tutuma etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(3), 245-284.
- Rayna, T., & Striukova, L. (2021). Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces. *Technological Forecasting and Social Change*, 164, 120391. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120391>
- Seyrek, M., Yıldız, S., Emeksiz, H., Şahin, A., & Türkmen, M. T. (2024). Öğretmenlerin eğitimde yapay zekâ kullanımına yönelik algıları. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(106), 845-856. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11113077>
- Shidiq, M. (2023, May). The use of artificial intelligence-based ChatGPT and its challenges for the world of education: From the viewpoint of the development of creative writing skills. In *Proceedings of the International Conference on Education, Society and Humanity* (Vol. 1, No. 1, pp. 353-357).
- Solihat, A. N., Dahlan, D., Kusenendi, K., Susetyo, B., & Al Obaidi, A. S. M. (2024). Artificial intelligence (AI)-based learning media: Definition, bibliometric, classification, and issues for enhancing creative thinking in education. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(3), 349-382.
- Sontay, G., & Karamustafaoğlu, O. (2023). Physics teachers' opinions on Algodoo training. *Journal of Science Learning*, 6(1), 117-124. <https://doi.org/10.17509/jsl.v6i1.47023>
- Suroiya, M., Sarmini, & Yani, M.T. (2025). AI-powered learning models to foster student creativity in social studies education. *Jurnal Socius*, 14(1), 106-113.
- Şimşek, N. (2025). Integration of ChatGPT in mathematical story-focused 5E lesson planning: Teachers and pre-service teachers' interactions with ChatGPT. *Education and Information Technologies*. 1-72.
- Terzi, Y. N., & Yenice, N. (2024). Fen eğitiminde yenilikçilik. *Uluslararası Eğitimde Mükemmellik Arayışı Dergisi*, 4(1), 54-66.
- Torun, B., & Karamustafaoğlu, O. (2025). Fen öğretiminde ChatGPT kullanımını hakkında öğrenci görüşleri. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 14(1), 240-249.
- Trisnawati, W., Putra, R. E., & Balti, L. (2023). The impact of artificial intelligent in education toward 21st century skills: A literature review. *PPSDP International Journal of Education*, 2(2), 501-513.
- Wirtz, J., Patterson, P. G., Kunz, W. H., Gruber, T., Lu, V. N., Paluch, S., & Martins, A. (2018). Brave new world: Service robots in the frontline.

Journal of Service Management, 29(5), 907–931. <https://doi.org/10.1108/JOSM-04-2018-0119>

Wu, S. Y., & Yang, K. K. (2022). The effectiveness of teacher support for students' learning of artificial intelligence popular science activities. *Frontiers in Psychology*, 13, 868623. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.868623>

Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Halil İbrahim Yıldırım¹

Özet

Fen öğretiminin doğası gereği fen bilimleri dersi konularının yaparak yaşayarak araştırarak sorgulayarak öğrenilmesi gerekir. Fen öğretimi sürecinde öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışarak, bir bilim insanının gerçek yaşamda karşılaştıkları problemleri çözerken kullandıkları bilimsel yöntemi uygulayarak bilgiyi üretmeleri beklenmektedir. Bir başka deyişle öğrenciler fen bilimlerindeki konu ve kavramlara, bir bilim insanının bilgiyi üretme sürecini kullanarak yaparak-yaşayarak araştırma sorgulama yoluyla ulaşmaları gerekir. Bu durum fen öğretimi sürecinde öğrencilerin bir bilim insanının gerçek yaşamda karşılaştığı problemleri çözerken ve bilgiyi üretirken kullandığı süreci deneyimlemesini sağlayabilecek öğretim ortamlarının oluşturulması gereğini doğurmaktadır. Argümantasyon süreci de bilimsel yöntemin kullanıldığı, yaparak yaşayarak araştırma ve sorgulama yoluyla öğrenmeyi temel almaktadır. Argümantasyon, gücünü bilimin ve bilimsel araştırma-sorgulamanın doğasından almaktadır. Bu durum dikkate alındığında argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımının fen öğretiminin doğasına uygun olduğu ve bilim insanlarının bilgiyi üretirken kullandıkları süreci deneyimlemelerini sağlayabilecek öğrenme ortamları oluşturabileceği söylenebilir.

Argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımının odağında argümantasyon süreci yer almaktadır. Argümantasyon öğrenciler tarafından ortaya konulan bilimsel iddiaların deneysel veya kuramsal kanıtlarla desteklenmesini ve değerlendirilmesini temel alan bilimsel tartışma ve sosyal yönden etkileşim-iletişimin gerçekleştiği bir süreç şeklinde tanımlanabilir. Argümantasyon günlük yaşamdaki tartışmadan farklı olarak kazananın-kaybedenin olduğu, karşılıklı münakaşayı temel alan rekabet içeren bir öğrenme ortamı değildir. Aksine araştırma sorgulama yoluyla verilerin elde edildiği, bilimsel iddiaların deneysel-kuramsal deliller üretilerek desteklenmeye ve karşı argümanların

1 Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, halily@gazi.edu.tr, 0000-0002-8836-8349

çürütülmeye çalışıldığı, destekleyici-gerekçelerin ortaya konulduğu, bilimsel tartışmanın gerçekleştiği ve bilginin üretildiği sosyal bir etkileşim sürecidir. Aynı zamanda öğrenciler bu süreçte argümanlarını yazılı hale getirirler. Argümanların yazılı olarak ifade edilmesi öğrenciler tarafından argümantasyon sürecinin sıkıcı olarak görülmesine neden olmaktadır. Argümantasyon sürecinin sıkıcılıktan kurtarılıp ilgi çekici ve motive edici hale getirilebilmesi için argümantasyon sürecinde teknolojiye dayanarak faydalanılabilir. Çünkü öğretimde kullanılan teknolojik uygulamalar içerdiği görsel, işitsel, sözel ve etkileşimli unsurlar sayesinde öğrencilerin ilgisini çekmekte ve öğrenmeye motive etmektedir. Bu bağlamda argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımı teknolojik bir uygulamayla dijital bir ortama taşınarak teknoloji destekli argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımı şeklinde uygulanabilir. Böylece argümantasyon süreci sıkıcılıktan kurtarılıp ilgi çekici ve motive edici hale getirilebilir. Bu sayede fen öğretiminin doğasına uygun etkili bir fen öğretimi süreci gerçekleştirilebilir.

1. Giriş

Günümüzde bireylerin bilgiyi aynen kabul etmeleri yerine, bilgiyi sorgulayıcı-eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirme yoluyla sağlıklı kararlar verebilmesi daha önemlidir. Bireyler karar verme sürecinde açık fikirli-kuşkucu-sorgulayıcı bir tutum içinde alternatif açıklamalar hakkında düşünerek, argümanları ve gerekçeleri eleştirel değerlendirerek bilinçli kararlar geliştirebilmelidir. Eğitim programlarında bireylere kazandırılması amaçlanan bu özellikler argümantasyon ile yakından ilişkilidir. Belirtilen bu nitelikler argümantasyon tabanlı öğretim ile öğrencilere kazandırılabilir (Tümay & Köseoğlu, 2011). Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005a, 2005b), MEB (2013), MEB (2018) ve MEB (2024) fen bilimleri dersi öğretim programlarında öğrencilerin yaparak yaşayarak araştırarak sorgulayarak öğrenmeleri temel alınmaktadır. 2005, 2013 ve 2018 öğretim programlarında araştırma-sorgulama sürecinin yalnızca deney yapma anlamına gelmediği ve öğretimde argümanların da üretilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Fen bilimleri dersi öğretiminin doğası gereği fen bilimleri dersi konularının yaparak yaşayarak araştırarak sorgulayarak öğrenilmesi gerekir. Argümantasyon süreci de bilimsel yöntemin kullanıldığı, yaparak yaşayarak araştırma ve sorgulama yoluyla öğrenmeyi temel almaktadır. Bu durum dikkate alındığında argümantasyonun fen öğretiminin doğasına uygun olduğu ve fen öğretimi hedeflerine ulaşılmasına katkı sağlayabileceği söylenebilir.

1.1. Argümantasyon Nedir?

Argümantasyon bireyler tarafından ileri sürülen bilimsel iddiaların deneysel-teoriksel kanıtlar ile desteklenmesi ve değerlendirilmesinin yapıldığı bilimsel tartışmanın ve sosyal etkileşimin gerçekleştiği bir süreç olarak açıklanabilir (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008). Argümantasyon bir argümanın temel yapı taşı olan iddianın, verinin, gerekçenin ve destekleyicinin anlamlı bir şekilde birbirine bağlandığı bir süreçtir (Simon, Erduran & Osborne, 2006). Argümantasyon sürecinde bilimsel içeriğe sahip konularda öğrencilerin argümanlar geliştirmeleri, argümanları ve gerekçeleri sorgulayabilmeleri, farklı perspektiflerle geliştirilen argümanları değerlendirebilmeleri ve bilimsel anlam bağlamında niteliğe sahip açıklamalara ulaşılması beklenmektedir (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Argümantasyonda kazananların ve kaybedenlerin bulunduğu ya da karşılıklı bir şekilde yararın ve uzlaşmanın olduğu bir süreç söz konusu değildir. Bu durumun tam aksine argümantasyon öğrencilerin geliştirdikleri argümanların ve kanıtların arasındaki ilişkilerin ayrıntılı biçimde irdelenmesinin temel alındığı mantığa dayalı söylem şeklinde gerçekleşmesi gerekir (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Ayrıca argümantasyon sürecinde öğrenciler yalnızca bilimsel olarak kabul edilen tek bir düşünciyi değil, kavram yanlışlığına sahip olabilecekleri ya da neredeyse aynı düzeyde geçerli görünen diğer bilimsel düşünceleri de değerlendirme fırsatı bulurlar (Tümay, 2008).

Literatürde argümantasyon terimiyle argüman teriminin birbirleriyle karıştırıldığı ve her iki terimin de hem ürün hem de süreci içerdiği şeklinde bir algı söz konusudur. Bireylerin ileri sürdükleri iddiaların desteklenebilmesi amacıyla argümanlar ortaya konulur. Argüman terimi, ürünle birlikte süreçle de ilgilenir ve iddianın nedenlerle de desteklenildiği bir sonuç olarak ifade edilebilir (Sampson & Clark, 2008). Argüman kelimesi Fransızca kökenli bir kelime olup “iddia-tez-sav” anlamına gelmektedir (Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2025). Argümantasyon ise bireyler tarafından ortaya konulan karşıt iddialara yönelik yapılan bilimsel bir tartışma esnasında gerçekleşen diyalog sürecidir (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). İddiaların deneysel-teoriksel kanıtlar ile desteklenmesi ve değerlendirilmesinin yapıldığı bilimsel tartışmanın ve sosyal etkileşimin gerçekleştiği bir süreçtir. Argümantatif tartışma olarak da ifade edilen argümantasyon bu özellikleriyle ürün olarak ortaya çıkan argümandan ayrılır.

Argüman ve argümantasyon arasındaki fark daha net anlaşılması amacıyla şu şekilde açıklanabilir. Argüman, hem yapı hem de süreci içeren, bireysel olarak üretilen gerçeklerken, argümantasyon argümanların kullanılması

sayesinde bireyler tarafından üretilen gerçeklerin başka bireylerle paylaşılması, müzakere edilmesi ve diyalog kurulması sürecidir (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Şahin, 2014).

1.2. Argümantasyon Süreci

Argümantasyon süreci öğrencilerin aktif biçimde yer aldığı bilimsel bir pratik olarak açıklanabilir. Öğrenciler bu süreçte bir bilim insanının bilgiyi üretmede izlediği yolu deneyimleyerek, bilimsel süreç becerilerini ve bilimsel yöntemi kullanarak, bilimsel bir iddia ileri sürerler, deneysel/kuramsal deliller ortaya koyarlar, iddialarını gerekçelendirirler ve iddiaları eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirirler, müzakere ederler ve sonuç-genellemelere bir başka deyişle bilgiye ulaşırlar. Argümantasyon sürecini başlatabilmek amacıyla argümantasyon tekniklerinden bilimsel olaya, soruna ya da problem durumuna uygun olan teknik seçilmelidir. Jimenez Alexandra (2008) argümantasyon sürecinde öğrenciler tarafından yapılması gerekenleri ifade etmiştir.

1. Bir bilimsel olay, soru ya da problem durumuna ilişkin öneri, iddia, çözüm, deney tasarımı ya da materyal oluşturmaları gerekir.

2. Bir bilimsel olay, soru ya da problem durumuna ilişkin verilen iki ve ya daha fazla yarışan teorinin arasından seçimini yapmalı veya seçenekler arasında kendi alternatifini oluşturabilmelidir. Yarışan teorilerin yerine argümantasyon sürecini başlatabilmek amacıyla argümantasyon tekniklerinden bilimsel olaya, soruna ya da problem durumuna uygun olan teknik de seçilebilir.

3. İleri sürülen iddiaları ve yaptıkları seçimi destekleyebilmek amacıyla kanıtlar ortaya koymaları gerekir.

4. Güçlü argümanı zayıf argümandan ayırabilmek amacıyla kullanılacak bilgileri ve değerlendirme yapma becerisini kazanmalıdır.

5. Bilimi konuşabilme ve yazabilme özelliklerine sahip olmalıdır. Örneğin bir deneyin ya da etkinliğin tasarlanması amacıyla yöntemi ortaya koyabilme, hipotez kurabilme, hipotezi test etmeyi planlayabilme ve hipotezi test edebilme, deney raporunu hazırlayabilme ya da deney raporunu düzenleyebilme gibi özelliklere sahip olmalıdır.

6. Arkadaşlarını ikna edebilme ve ya arkadaşlarıyla ortak bir görüş oluşturabilme amacıyla çalışabilmesi gerekir (Jimenez Aleixandre, 2008).

Jimenez-Aleixandre (2008)'nın çalışmasında argümantasyon sürecinde öğretmenin rolü aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

1. Öğretim programlarında da vurgulanan öğrencilerde geliştirilmesi amaçlanan sorgulama becerisini, öğretmen önce kendisi gösterme yoluyla öğrenciye model olur ve sorgulamaya yönelik beceriyi yönlendirir. Çünkü argümantasyonun ve sorgulamanın hedeflerinin arasında ilişki bulunmaktadır. Sorgulamanın temel alındığı öğrenme süreci argümantasyonun gerçekleştirilebilmesi için uygun bir öğrenme-öğretme ortamının hazırlanmasını sağlar.

2. Öğrencilerin öne sürdüğü iddiaların gerekçelendirilmesi kanıtlar sunmalarını sağlar. Bunu gerçekleştirebilmek için öğrencinin gerekçesini oluşturmaya sağlayabilecek açık uçlu sorular yönelir, öğrenciler tarafından ortaya konulan iddialardaki sınırlılıklar-tutarsızlıklara dikkat çekerek öğrencilerin yeniden düşünmelerini sağlar.

3. Öğrencilerin geliştirdikleri argüman ve argümanların öğelerinin doğru biçimde yapılandırılmasını ve değerlendirilmesini sağlayabilmek amacıyla öğrencileri motive eder ve değerlendirmeye ilişkin bir puanlama anahtarı geliştirir.

4. Öğretmen öğretim sürecinde diyaloglarında argümantasyon sürecinin epistemik hedeflerine dikkat çeker. Bu amaçla argümantasyon sürecinin verimliliği için konuşma-dinlemenin gerekli olduğunu, argüman ve bileşenlerinin anlamlarını açıklar. Ayrıca öğretmen kendisi de argümanlar oluşturur, karşı argümanlar ortaya koyar ve argümanların değerlendirilmesini yapar.

5. Argümantasyon sürecinde öğrencilerin öz değerlendirme yapmaları amacıyla öğrencileri teşvik eder. Öğrencilere sürecin başındaki düşüncelerinde değişiklik olup olmadığına yönelik sorular yönelir. Öğrenci düşüncelerinde değişiklik varsa bu düşünce değişikliklerinin nedenlerini ve nasıl değiştiğinin sorgulamasını yapar.

1.3. Argümanların Sınıflandırılması

Argümantasyon genel olarak analitik-diyalektik-retorik olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (van Eemeren, Jackson, & Jacobs, 2011).

1.3.1. Analitik (Mantıksal) Argüman

Mantık yürütmeyi temel alan ve bir takım varsayımlardan bir sonuca ulaşılan, tümevarım ve tümdengelim akıl yürütmeye ilişkin işlem basamaklarını içerir. Analitik argümanların dayandığı nokta mantık teorileridir. Bu süreçte argümanlar, varsayımlardan sonuca tümevarım ya da tümdengelim yoluyla ulaşır.

1.3.2. Diyalektik Argüman

Tartışma sürecinde oluşan, varsayımlar ile akıl yürütmeyi kapsayan argümandır. Diyalektik argümanlar informal mantığın bir bileşenidir. Diyalektik argümantasyon görüşleri farklı olan bireylerin arasında karşılıklı diyalogun kurulduğu ve tartışmanın yapıldığı esnada olur. Olası en geçerli iddiayı belirleyebilmek için farklı bakış açılarının incelendiği argümandır. Diyalektik argümantasyon sürecinde bireyler kendi fikirlerini gerekçelendirme, karşıt fikirli bireylerin görüşlerini çürütme ve kanıtları kendi iddiaları ile ilişkilendirmeye çaba gösterir.

Bu argümanda bir iddia ileri sürülür ve iddiaya yönelik tartışma ve analiz yapılması sağlanır. Öğrencilerin daha güçlü argümanların üzerinde ortak karar almaları beklenmektedir (Ayas, Çepni & Ayvaci, 2019).

1.3.3. Retorik Argüman

Bireyleri bir iddianın geçerli ve/veya önemli olduğuna inandırabilmek amacıyla kullanılmaktadır. Dinleyicileri ikna edebilmek amacıyla söylemsel tekniklerin kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Diğer iki argümandan farklı olarak delil düşüncesi üstündür. İddia ve gerekçelendirmelerden meydana gelir (Duschl, 2007). Bu argümanlar tek yönlüdür. Öğretmen merkezli öğretimin uygulandığı sınıflarda öğretmenler tarafından bilimsel varsayımlara yönelik yapılan açıklamalar örnek olarak verilebilir (Ayas vd., 2019). Retorik argümantasyon sürecinde dinleyenler ya da okuyanlar argümanın inşa edilmesinde doğrudan etkili değildir (Boulter & Gilbert, 1995). Ancak retorik argümantasyon sürecinde argümanı ileri süren birey okuyan ya da dinleyenle doğrudan bir iletişimin içerisinde bulunmasa da, başka bireylerin alternatif fikirleri hakkında düşünmeli ve bu fikirleri delilleri kullanarak değerlendirmelidir.

Özetle analitik argümantasyon sürecinde önermelerin üzerinde tündengelim ya da tümevarım şeklinde muhakemenin yapılması yoluyla sonuçlara ulaşılır. Diyalektik argümantasyon sürecinde bireyler kendi fikirlerinden tartışma-muhakeme yapma sayesinde yeni düşüncelere ulaşır. Farklı bakış açıları incelenir ve geçerliği en yüksek iddia belirlenir. Retorik argümantasyon sürecinde ise bir düşüncenin bireylere kabul ettirilmesi ve ya birinin ikna edilmesi durumu bulunmaktadır (Schweizer, 2002; van Eemeren vd., 1996).

1.4. Toulmin Argüman Modeli

Argümantasyon sürecinin daha etkili kullanılması amacıyla Toulmin, Roger, Giere, Schwarz, Neuman, Gil ve İlya, Zohar ve Nemet, Kelly ve

Takao, Lawson, Sandoval gibi argümantasyon modelleri araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Bu modellerden Toulmin Modeli eğitim alanında daha yaygın bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle argümantasyon modellerinden sadece Toulmin Modeli ile Zohar ve Nemet'in Modeline ne yer verilmiştir.

"The Uses of Argument" isimli çalışmada Toulmin tarafından argüman modelinin temeli oluşturulmuştur. Daha sonrasında ise Toulmin'in Richard Rieke ve Allan Janik ile beraber yazdıkları "An Introduction to Reasoning" adlı kitap ile argümantasyon modelini tam anlamıyla inşa etmişlerdir. 6 elementten oluşan son haline getirmişlerdir.

Toulmin argümantasyon modelinde veri-iddia-gerekçe şeklinde üç temel element, destekleyici-niteleyici-çürütücü olmak üzere üç yardımcı element yer almaktadır (Toulmin, 2003). Toulmin Argüman modelindeki öğeler aşağıda açıklanmıştır.

İddia: Bilimsel bir konuya yönelik tartışma yapmak amacıyla ileri sürülen görüşlerdir.

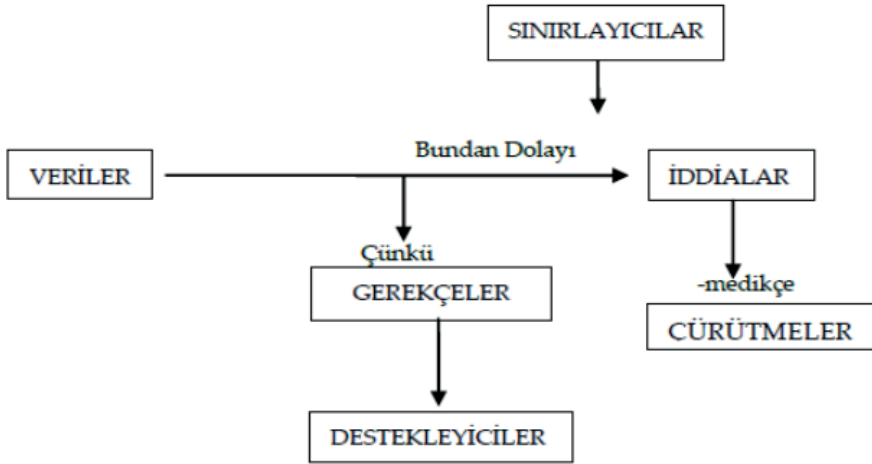
Veri: Savunulan görüşü kanıtlayabilmek amacıyla kullanılan deneysel ya da kuramsal bilgilerdir. İddiaların dayandırıldığı gerçeklere ya da iddiaların desteklenebilmesi amacıyla ortaya konulan delillere verilen addır.

Gerekçe: İleri sürülen iddialarla verilerin arasındaki ilişkiyi açıklayabilecek ifadeler ve genellemelerdir.

Destekleyici: Gerekçelerin kabul edilebilirliğini destekleme amacıyla kullanılan varsayımlardır. Verilerin ya da gerekçelerde belirtilen açıklamaların desteklenmesi veya güçlendirilmesi amacıyla üretilen açıklamalardır. Şayet gerekçeler yeterli düzeyde açık-net değilse ya da argümanı dinleyen bireyler tarafından hemen kabul görmüyorsa, gerekçelerin desteklenmesi gereklidir. Bu amaçla destekleyici olarak özel örneklerin verilmesi veya uzmanların açıklamalarının kullanılması yolu tercih edilebilir.

Niteleyici (Sınırlayıcı): İddiaların kabul edilebildiği ve geçerli olduğu durumları belirlemek ve sınırlamak amacıyla kullanılan ifadelerdir. Niteleyiciler, iddiaların güç-kesinlik-sınırlılık seviyesini, iddiaların geçerli-uygulanabilir olduğu şartları ifade eden ön varsayımlar olarak da açıklanabilir. Niteleyicilerin amacı ortaya konulan iddiaların evrensel gerçek olmadığına ve iddiaların taşıdığı belirsizliğe dikkat çeker. Niteleyici olarak genellikle-sıklıkla-kesinlikle-olasılıkla-belki-nadiren-bir yere kadar-bazı vb. sözcükler ya da -ebilir biçimindeki fiiller kullanılmaktadır.

Çürütücü (Rededici): İddiaların geçerli olmadığı koşulları ve durumları tanımlayan ifadelerdir. Gerekçe-veri-destekleyici-niteleyiciyle uyuşmayan durumları içerir. İddiaların geçerli olmadığı şartları ve durumları belirten açıklamalardır. Çürütücüler de aynı niteleyiciler gibi iddiaların evrensel geçerliğini ve uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Toulmin (2003)'ün çalışmasında belirtilen argüman modelindeki temel ve yardımcı öğelerin arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 1. Toulmin'in Argümantasyon Modeli'ndeki Temel ve Yardımcı Öğeler Arasındaki İlişki (Toulmin, 2003)

Toulmin tarafından ortaya konulan modelde argümantasyon sürecini gerçekleştirebilmek için üç temel öğeye yer verilmesi gerekir (Toulmin, 2003). Argümantasyonun yardımcı öğeleri argümantasyon sürecinin derinleşmesine katkı sağlar (Balcı, 2015). Toulmin'in argümantasyon modeli alana bağımlı olmayıp ve farklı alanlarda kullanılabilir (Loui, 2006). Toulmin modeline yönelik yanlış anlaşılmalardan bir tanesi, argümanların her zaman altı öğeden oluşması gerektiği fikridir. Halbuki argümanların bazılarında eksik argüman ögesi bulunabilir ve ya argümanın yapısı içinde argüman öğelerinin açık bir şekilde değil örtük biçimde yer alabilir (Driver vd., 2000; Nussbaum, 2011; Toulmin, 2003).

Driver vd. (2000) Toulmin modelindeki sınırlılıkları aşağıda verildiği şekilde açıklamıştır.

1. Tartışmada yer alan bir ifade her içerikte aynı anlama sahip olmayabilir. İfadeler farklı içeriklerin içerisinde farklı anlamlar taşıyabilir. Buna göre

anlam çıkarılabilmenin yolu içeriklerin göz önüne alınması bir başka deyişle argümantasyonda içeriğe göre değerlendirmenin yapılması gereklidir.

2. Tartışmayı oluşturan kavramların daha açık ve net bir dille açıklanması gerekir.

3. Toulmin argüman modelini meydana getiren elementlerden bazıları açık ve net şekilde açıklanmamış ve dolaylı açıklamalar kullanılmış olabilir.

4. Tartışmanın yapılması sürecinde bireyler tarafından ileri sürülen fikirler yalnızca sözel becerilerle yani diyalogla iletilmeyebilir. Jest, mimik ve beden dili de kullanılabilir. Toulmin argüman modelinde duygusallık ve görsellik açılarından analiz yapmaya imkan sağlamamaktadır. Bu nedenle argümanlar beden dili yönünden değerlendirilemez.

5. Tartışma sürecindeki doğal akış Toulmin'in belirttiği modeldeki verilen sıra içinde ilerlemeyebilir. Böyle durumlarda tartışma sürecinde veri analizinin yapılmasında zorluk yaşanabilir. Bu zorluğun aşılabilmesi için içeriğin bölümlere ayrılarak değerlendirilmesi gerekir.

6. Tartışmayı sürecini etkileyebilecek faktörlerin (beden dili gibi), tartışmanın değerlendirme bölümünde ve kuramların bütünleştirilmesi aşamasında bulunması gerekir.

7. Tartışma sürecinde kullanılan ya da argümanın yapısı içinde yer alan bazı kavramlar tartışmada belirsizliğe yol açabilir. Bu durumda argümanın yapısı açık ve net bir şekilde karakterize edilemez. Bir başka ifadeyle argümanın hangi bileşeni veri-iddia-gerekçe-destekleyici olduğu net bir şekilde belirlenemez.

8. Toulmin modeli bir argümanın yapısının analiz edilebilmesine imkan sağlamasına rağmen, argümanın doğru olup olmadığına ilişkin bilgi vermemektedir.

1.5. Güçlü ve Zayıf Argüman

Toulmin'in argümantasyon modelinde temel bileşen olarak iddia-veri-gerekçe bulunmaktadır. Kompleks argümanlarda bu elementlerle birlikte destek-niteleyici-reddedici de yer almaktadır. Bu bakış açısına istinaden bir argümanın gücü yukarıda belirtilen argümanın içerdiği bileşenlerin bulunmasına ya da bulunmamasına bağlıdır. Buna göre daha güçlü argümanlar daha çok sayıda argüman bileşenlerini içermelidir (Tümay, 2008).

Argümanların gücü iddia, veri, gerekçe, destekleyici, çürütücü ve niteleyicilerden meydana gelen argümanın bileşenlerinin belirli

kombinasyonlarda bulunması ve bulunmaması ile değerlendirilmesi yapılır. Güçlü argüman birden fazla sayıda gerekçeyle desteklenmiş argümandır (Erduran, 2008; Sampson & Clark, 2008). Güçlü argüman öznel-geçerli bilimsel kavram ve gerçekleri temel alan birden fazla gerekçelere sahiptir. Zayıf argüman ise bireylerin konu-olayla ilgisi bulunmayan gerekçeleri içerir (Erduran, 2007). Bu gerekçelerin sınıflandırılması işleminde;

1. Bilimsel bilgilerin dikkate alınmaması
2. Bilimsel bilgilerin yetersiz kalması
3. Spesifik olmayan bilimsel bilginin bulunması
4. Doğru bilimsel bilginin bulunması

Kriterleri dikkate alınmaktadır (Erduran, 2008).

1.6. Argüman Düzeyinin Belirlenmesi

Argüman düzeyinin belirlenebilmesi için Erduran, Simon ve Osborne (2004) tarafından ortaya konulan Toulmin Argüman Modeli'nin elementlerini temel alan bir çerçeve yer almaktadır. Bu çerçeveye göre argüman seviyelerine ait basamaklar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Toulmin Argüman Modeli'nin Bileşenlerine Dayanarak Oluşturulan Çerçeve

Argüman Düzeyi	Açıklama
Düzye 1	Basit iddiadan meydana gelen argümanların yer aldığı düzeydir. İddia ya da karşıt iddia yer alabilir.
Düzye 2	İddiaya yönelik verinin, gerekçenin ve destekleyicinin bulunduğu ancak çürütücünün bulunmadığı düzeydir.
Düzye 3	İddia-veri-gerekçe-destekleyicilerle birlikte nadiren zayıf çürütücülerin de yer aldıkları seviyedir. İddia-karşıt iddia serilerinden meydana gelir.
Düzye 4	İddia-veri-gerekçe- destekleyicilerle birlikte net bir çürütücünün de bulunduğu düzeydir. İddia-karşıt iddia serilerinden meydana gelir.
Düzye 5	İddia-veri-gerekçe-destekleyicilerle birlikte birden fazla çürütücünün bulunduğu düzeydir. İddia-karşıt iddia serilerinden meydana gelir.

1.7. Zohar ve Nemet Argümantasyon Modeli

Toulmin argüman modelinde de bazı eksik yönler vardır. Örneğin Toulmin Modelinde argümanların işlevine ve yapısına yönelik bilgi verilmesinden daha öteye geçilememiştir. Argümanların değerlendirilmesine yönelik bir analiz yer almamıştır (Verheij, 2005). Zohar ve Nemet'in argümantasyon modeli öğrencilerin oluşturdukları yazılı argümanların kalitesini değerlendirebilmek amacıyla ortaya konulmuştur (Sampson & Clark (2008). Zohar ve Nemet

modelinde (2002) bir argüman; iddialardan, sonuçlardan, bunlara yönelik gerekçelerden ya da iddialara yönelik nedenler ve desteklerden meydana gelir. Bu sebeple güçlü argümanlar ilişkili-spesifik-doğru bilimsel kavramlar ile gerçekleri kapsayan bir sonucu destekleyebilmek amacıyla birden fazla sayıda gerekçeye sahiptir. Zayıf argümanlar ise, ilişkisiz gerekçelerden meydana gelir. Hiçbir gerekçesi bulunmayan sonuçlar argüman şeklinde ifade edilemez.

Ayrıca Zohar ve Nemet Toulmin'in Argüman modeline yönelik güvenilirlik-geçerlik sorunlarının çoğunluğunu ortadan kaldırabilmek amacıyla Toulmin'in modelindeki verinin, gerekçenin ve destekleyicinin bir kategoride birleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Zohar ve Nemet'in modeli de argümana ilişkin bazı avantajlar sağlarken, bazı sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. Bu sınırlıklardan birisi, iddianın doğru olup olmadığına ilişkin modelin sunduğu analitik çerçevede değerlendirme yapılamamasıdır. Özetle Zohar ve Nemet'in modelinde ortaya konulan çerçeve, bilimsel tartışmalardan ziyade sosyo-bilimsel konulara yönelik argümantasyonlarda ortaya konulan argümanların analiz edilmesinde daha iyi çalışır (Sampson & Clark, 2006, 2008).

1.8. Argüman Kalitesinin Değerlendirilmesi

Bir konuda ileri sürülen argüman iddia düzeyindeyse argüman kalitesinin düşük, iddiaların gerekçeler ile desteklenmesi ve aynı konuya ilişkin diğer iddiaları bilimsel olarak çürütecek nitelikteki deliller sunulması durumunda ise kaliteli argüman olarak yorumlanmaktadır (Çorbacı & Yakışan, 2018). Nussbaum ve Edwards (2011)'in yaptığı çalışmada argümanların kalitesini belirten asıl değişkenin o argümana yönelik ortaya konulan çürütücüler olduğu belirtilmiştir. Bir argümanın kalitesi ne kadar yüksekse, o argüman için ortaya konulan çürütücü veya çürütücüler de o kadar geçerlidir. Karmaşık ve kaliteli argümanların geliştirilebilmesi amacıyla iddia-veri-gerekçeyle birlikte argümanın yapısında destekleyici-niteleyici-reddedicinin de bulunması gerekir (Kelly, 1998; Driver vd., 2000; Osborne, Erduran & Simon, 2004a; Tümay, 2008). Argümanlar ne kadar çok sayıda öge içeriyorsa argüman kalitesi de yükselir (Driver vd., 2000).

Zohar ve Nemet (2002) tarafından argüman kalitelerinin değerlendirilebilmesi amacıyla bir puanlama geliştirmişlerdir.

Tablo 2. Zohar ve Nemet (2002)'e Göre Argüman Kalitesinin Puanlanması

Puanlama		
Gerekçe	Gerekçe bulunmamakta = 0 puan	Alınan Puan (A)
	Bir geçerli gerekçenin varlığı = 1 puan	
	İki veya daha çok geçerli gerekçenin varlığı = 2 puan	
Gerekçe ve Destekleyici	Gerekçe bulunmamakta = 0 puan	Alınan Puan (B)
	Gerekçeye bir destekleyicinin varlığı = 1 puan	
	Gerekçeye iki veya daha çok destekleyicinin varlığı = 2 puan	
Kategori Puanlarının Toplamı		A+B

Bu puanlama dikkate alındığında her bir argümanın içeriği “argüman”, “karşı argüman” ve “çürütücü” şeklinde üç kategori altında incelenmektedir. Her kategori için öğrenciler tarafından verilen yanıtlara eşlik eden gerekçenin ve destekleyicinin sayısına bağlı olarak puan verilmektedir. Öğrencilerin “Argüman”, “Karşı Argüman” ve “Çürütücü” kategorilerinin her birinden alabilecekleri puan aralığı 0-4, argümantasyon kalitesinden alabilecekleri toplam puan aralığı ise 0-12’dir.

Zohar ve Nemet’e göre argüman, iddia-sonuç ve bunlara yönelik gerekçelerden meydana gelen nedenler veya destekler şeklinde açıklanabilir. Güçlü argümanların, sonuçlara destek olan çok sayıda savunmanın bulunduğu ve konuyla ilgili geçerli bilimsel kavramları içerdiği, zayıf argümanların ise konuyla ilişkisi bulunmayan savunmalar olduğunu açıklamışlardır (Erduran, 2007; Zohar ve Nemet, 2002).

1.9. Argümantasyonda Kullanılan Teknikler

Argümantasyon sürecinin başlatılabilmesi için bilimsel olaya, soruna ya da problem durumuna uygun olacak şekilde aşağıda verilen tekniklerden biri seçilip uygulanmalıdır.

1.9.1. İfadeler Tablosu

Öğrencilere bir konuya ilişkin ifadeleri içeren bir tablo verilir. Tablodaki ifadelere katılıp/ katılmadıklarının sorulduğu, ifadeye katılması ya da katılmamasının nedenlerinin açıklandığı ve ifadelere yönelik tartışmanın yapıldığı bir tekniktir (Osborne vd., 2004a).

1.9.2. Öğrenci Fikirlerinden Oluşan Kavram Haritaları

Literatür incelenmesi sonucunda öğretimi amaçlanan fen konusu ya da kavramıyla ilişkili olarak öğrencilerin kavramlarının yer aldığı bir kavram

haritası (öğrenci fikirlerinden oluşan) öğrencilere dağıtılır. Hem bireysel hem de grup olarak öğrencilerden kavram haritalarındaki kavramların ve kavramların arasındaki ilişkilerin incelenmesi ve bunların bilimsel yönlerden doğru veya yanlış olduğuna ilişkin karar vermeleri ve verilen kararları gerekçeleriyle birlikte tartışılması istenilir (Osborne, 1997).

1.9.3. Karikatürlerle Yarışan Teoriler

Öğrencilere öğretimi amaçlanan konuya ilişkin karikatürlerin içinde sunulan iki ve ya daha fazla sayıda teori sunulur. Bu teknikte öğrenciden doğru olduğunu düşündükleri teoriyi seçmeleri, düşüncelerinin ve seçimlerinin neden doğru olduğunu düşünmeleri, karşıt iddiaların ortaya konulması ve kendi görüşüne katılmayan birini nasıl ikna etmeleri gerektiğini ifade etmeleri ve tartışmaları istenilmektedir (Keogh & Naylor, 1999; Naylor, Downing & Keogh, 2001).

1.9.4. Hikâyelerle Yarışan Teoriler

Öğretimi amaçlanan konuya ilişkin en az iki teori hikâye formatında hazırlanır ve öğrencilere sunulur. Öğrencilerden hangi hikâyede yer alan teoriyi neden desteklediklerini gerekçeleriyle birlikte açıklamaları, kanıtlar sunmaları ve tartışmaları istenilir. Bu teknikte bir dergi-gazetede bulunan öğrencinin ilgisini çekebilecek bir hikâye, öğrencilere yarışan teoriler biçiminde sunulabilir (Osborne vd., 2004a).

1.9.5. Fikirler ve Kanıtlarla Yarışan Teoriler

Öğrencilere öğretimi amaçlanan konuya yönelik bir olay tanıtılır. Olaya yönelik en az iki yarışan teorisinin (fikir) sunumu yapılır. Verilen teorilerden bir teoriyi ya da diğer teoriyi, ya da her ikisini destekleyen ya da herhangi birine destek olmayan delil ifadeleri öğrencilere sunulur. Öğrencilerden küçük gruplar biçiminde delil olabilecek ifadelerin tamamı üzerinde düşünmesi, delillerin teoride etkili olup olmadığını incelemeleri, kanıtları değerlendirerek tartışmaları ve yarışan teorilerdeki bir düşünceyi seçmeleri istenilir (Solomon, 1991; Solomon, Duveen & Scott, 1992).

1.9.6. Tahmin Et-Gözlemle-Açıkla

White ve Gunstone (1992)'un geliştirdiği teknik Osborne vd. (2004a) tarafından argümantasyona ilişkin becerileri geliştirebilmek için kullanılmıştır. Öğretimi amaçlanan konuyla ilişkili bilimsel bir olay seçilir. Bilimsel olay öğrencilere gösterilmeden önce tanıtılıp bilimsel olayda ne olacağına ilişkin soru yönelttilerek küçük gruplar halindeki öğrencilerin bilimsel olayın sonucunu tahmin etmeleri, tartışmaları, akıl yürütmeleri ve

argüman ortaya koymaları istenir. Sonra bilimsel olay gösterilir. Öğrencilerin bilimsel olayı görmeden önce ortaya koydukları tahminleri bilimsel olayın sonucuyla karşılaştırmaları ve tahminlerle bilimsel olayın sonucunun tutarlı olup olmadığını düşünmeleri istenir. Öğrencilerin tahminleri bilimsel olayın sonucuyla tutarlı değilse öğrencilerden argümanlarını yeniden düşünerek değerlendirmeleri ve tahminlerle olayın sonucu arasındaki farkların giderilmesi beklenir. Bu teknikte yapılan bilimsel tartışma, öğrencilerin yaptıkları tahminler için ileri sürdükleri teoriye ve onu destekleyebilecek delillere odaklanır (White & Gunstone, 1992; Osborne vd. 2004a).

1.9.7. Deney Tasarlama

Öğrencilerin araştırma yapacakları bilimsel olaya yönelik hipotezi test edebilmeleri amacıyla grup olarak deney tasarımı yapmaları istenilir. Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışarak verilen hipoteze yönelik deney tasarımı yaparlar. Deney tasarlama sürecinde hangi değişkenlerin ölçüleceği değil, deney verilerinin güvenilirliğini sağlayabilmek amacıyla deneyin hangi basamaklarında ve ne kadar sıklıkta ölçüm yapacakları belirtilir. Öğrenci grupları tasarladıkları deneyleri, deneyin işlem basamaklarını, değişkenlerin belirlenmesini ve alternatif işlem basamaklarına yönelik önerilerini sunar ve deney verilerini tartışır. Daha sonra öğrenci gruplarından deney tasarımlarına yönelik argüman oluşturarak diğer gruplarla tartışma yapmaları istenilir (Osborne vd., 2004a).

1.9.8. Argüman Yapılandırma

Öğretimi amaçlanan bilimsel bir olaya ve bu olayın gerçekleşmesinin açıklamasına yönelik en fazla dört taneyi geçmeyen veri ifadeleri verilir (Osborne vd., 2004a). Olayın hangi veri ifadesi tarafından en iyi biçimde açıklandığının seçilmesi ve niçin bu veri ifadesini seçtiklerini tartışmaları istenilir. Öğrencilerden bilimsel olay ile veri arasında bulunan ilişkiyi açıklayabilecek argüman ortaya koymaları istenilir (Driver vd., 2000). Her öğrenci argümanlarına karşı olan argümanları çürütmek ve kendi iddialarını desteklemeye çalışırlar.

1.9.9. Argümanları Değerlendirme

Öğrencilere bir olaya yönelik birden fazla açıklama verilir. Öğrencilerin küçük gruplar halinde tartışarak en iyi açıklamanın seçilmesi ve niçin en iyi açıklama olduğunu düşündüklerini açıklamaları istenir. Sonra öğrencilerden diğer açıklamaların neden o kadar iyi olmadığını belirtmeleri ve bunu gerekçelendirmeleri istenilir (Osborne, Erduran & Simon, 2004b).

1.9.10. Deney Raporu

Goldsworthy, Watson ve Wood-Robinson (2000)'nın yaptığı çalışmadan ortaya çıkan bir etkinliktir. Öğrenciye başka bir öğrencinin yaptığı deneye yönelik deney raporu verilir. Öğrencilerin tartışabilmeleri amacıyla deney raporundaki deneyin verileri, bulguları ya da sonuçları manipüle edilerek verilir. Deney raporunda kasıtlı bir şekilde çıkarılan bölümler ya da hatalı şekilde verilen bilgiler bulunur. Öğrencilerden deney raporunu incelemeleri, analiz etmeleri deney raporundaki herhangi bir hatalı bilgi, bulgu veya eksiklik olup-olmadığının tartışılması, gerekçeyle birlikte hatalı ve ya eksik görülen yerlerin düzeltilmesi istenilir.

Yukarıda verilen teknikleri öğretimi amaçlanan konuya uygun bir şekilde argümantasyon sürecini başlatmak ve uygulamak amacıyla kullanılır.

1.10. Argümantasyonun Fen Öğretiminde Yeri ve Önemi

Argümantasyon kişinin öğrenme deneyimini etkileyen önemli bir unsurdur. Kavram değişimi sağlaması açısından da kullanışlı bir araçtır. Başkalarının önünde mantıksal düşünme alıştırması, ya da öğrenci düşüncelerinin dışa vurulmasının bir yoludur (Demir, Enderle & Gül, 2017). Argümantasyon öğrencilerin grup tartışmaları ile sınıf içinde etkileşime girmeleriyle kişisel ve sosyal boyutlar arasındaki etkileşime olanak sağlar (Erduran vd., 2004).

Bir öğrenci bilimsel argümantasyonun gerçekleşme sürecine katıldığında, bilim insanlarının bilgiyi yapılandırma için kullandıkları süreci eğitim ortamının içinde de deneyimleyebilir (Aymen Peker, Apaydın ve Taş, 2012). Öğrenciler bilimi, devamlı bir biçimde fikirlerin ileri sürüldüğü, sorgulamasının yapıldığı ve genellikle fikirlerin geliştirildiği-değiştigi bir süreç şeklinde algılayabilirler. Öğrenciler bu sürecin içerisinde sosyal etkileşime girdiklerinden bilimsel bilgilerin sosyal bir şekilde inşa edilme sürecini de daha rahat anlayabilir (Erduran vd., 2004). Argümantasyon ile fen öğretiminde öğrenciler bilim insanlarının zihin alışkanlıkları olan sorgulayıcı tutum içinde alternatif açıklamaların hakkında düşünebilmeyi ve tartışma sürecinde ortaya konulan iddiaların, gerekçelerin ve argümanların eleştirel biçimde değerlendirilmesini öğrenirler. Bu gerekçeyle argümantasyonun kullanılmasıyla yapılan öğretimin fen kavramlarının öğrenilmesinin yanında, onlara bilim insanı gibi düşünme alışkanlıkları da kazandırır. Bilime karşı ilgi-tutumu pozitif yönde etkilerken, bilimsel okuryazarlık kazanımlarını edinmelerini sağlar (Demirdöğen, Yeşiloğlu & Köseoğlu, 2017). Argümantasyonun bilimin öğrenciler tarafından daha derinlemesine ve kalıcı öğrenilmesinde önemli bir işlevi vardır (Duschl & Osborne, 2002). Argümantasyon kişinin öğrenme deneyimini etkileyen önemli bir unsurdur.

Kavramsal değişimin sağlanması için kullanışlı bir araçtır. Başkasının önünde mantıksal düşünme alıştırmaları ya da öğrenci düşüncelerinin dışa vurulmasının bir yoludur (Demir vd., 2017). Argümantasyon, bilimsel bilginin gelişmesinde önemli bir araçtır (Erduran, 2006). Argümantasyon, bilimsel bilginin gelişmesiyle bağlantılı olduğu kadar bilimsel bilginin yapısının anlaşılması ile de bağlantılıdır (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007).

Argümantasyon, bilimsel okuryazarlık becerilerine (Driver vd., 2000; Gott & Duggan, 2007), bilimsel içeriğin öğrenilmesine (Bell & Linn 2000; Zohar & Nemet, 2002), bilimsel bilginin yapılandırılması ve değerlendirilmesi yolunu anlamaya (Dawson & Venville, 2010; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008), sözel ve yazılı iletişim becerilerine (Sampson, Enderle, Grooms & Witte, 2013), derinlemesine düşünmeye (Chin & Osborne, 2010), eleştirel düşünme becerilerine (Nussbaum, 2008), üst düzey düşünme becerilerine (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Zhou, 2010), sosyalleşmeye (Torun, 2015), sosyal becerilere (Kuhn & Udell, 2003) katkı sağlar. Argümantasyonun yukarıda belirtilen olumlu etkilerine dayanarak argümantasyon bireyin eğitim hayatında ve toplumsal gelişiminde önemli bir role sahip olduğu ifade edilebilir.

1.11. Fen Öğretiminde Neden Argümantasyona Yer Verilmelidir?

Jimenes Alexandra ve Erdoğan (2008) tarafından yapılan çalışmada argümantasyonun neden fen öğretimi sürecinde kullanılması gerektiğinin cevapları belirtilmiştir. Bunlar;

1. Argümantasyonun uygulanması sürecinde dil ile dilsel öğelerin kullanılmasına yer verilmesi hem öğrenci hem de öğretmenin sahip olduğu bilişsel süreçlerin ve meta-bilişsel süreçlerin görülebilir olmasını sağlar.

Buna ilaveten argümantasyon sürecinde argümanlar ortaya konulduktan sonra öğrencilerin ileri sürdükleri iddialara kanıt göstermeleri ve iddiaları alternatif açıklamalarla birlikte değerlendirme yapmaları istenildiğinden üst düzey düşünmeye yönelik becerilerinin gelişim göstermesi beklenir.

2. Argümantasyon süreci sayesinde öğrenciler dil ve dilsel öğeleri kullanarak kendi inandıklarını destekleyebilmek amacıyla kanıtlar arama çabasını göstereceklerdir. Mantıksal kriterlerin kullanılması sayesinde öğrenciler düşünceleri değerlendirerek eleştirel düşünebilme becerilerini de geliştirebileceklerdir.

3. Argümantasyon sürecinde yer alan öğrenciler fenin dilini kullanacaklardır.

4. Argümantasyon yoluyla öğrenciler bilimsel kültürü tanıyacak, epistemik ölçüt geliştirecek ve bilimsel teorinin yapılandırılma sürecini tecrübe edeceklerdir.

5. Argümantasyon sayesinde öğrenciler mantıksal kriterler kullanılması yoluyla teorilerle görüşlerin arasında seçim yapmayı sağlayabilecek beceriler geliştireceklerdir. Bu durum, öğrencilerin muhakeme yapma becerilerinin de gelişimine katkı sunacaktır.

2. Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Bilim genellikle fikir birliği yerine fikir ayrılıklarının tartışılmasıyla ilerleme kaydeder. Bu nedenle ileri sürülen bir model ile kanıtlara yapılan yorumların ve bilgilerin geçerliğine yönelik yapılan bilimsel tartışmalarda bilim insanları tarafından ortaya konulan argümanlar bilimin temelini oluşturmaktadır. Bu bağlamda argümantasyon fen eğitiminin merkezinde yer alır (Demiral, 2014) ve argümantasyon fen öğretiminin önemli bir parçasıdır (Erkek & Işıksal Bostan, 2019). Ayrıca Gelecek Nesil Bilim Standartları (NGSS Lead States, 2013) argümantasyonu ilk ve ortaöğretimin temel sekiz uygulamasından biri olarak kabul etmektedir. Bunlara dayanarak fen öğretiminde argümantasyona da yer verilmelidir.

Argümantasyonun fen öğretimine entegrasyonunun sağlanabilmesi için Hand ve Keys (1999)'in çalışmalarında Science Writing Heuristic şeklinde ifade edilen yapılandırmacı öğrenme teorisini temel alan, bilimsel argümantasyon süreci ve okuma-yazma gibi dil etkinliklerinin de kullanılması yoluyla bilgilerin yapılandırılmasını amaçlayan bir öğrenme-öğretme yaklaşımı geliştirilmiştir. Günel, Kabataş-Memiş, Büyükkasap (2010) tarafından Türkçe karşılığı Yaparak-Yazarak Bilim Öğrenme şeklinde ifade edilmiştir. Bu yaklaşımın odağında argüman geliştirme süreci yer alması nedeniyle yaklaşımın ismi “Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme” olarak değişim göstermiştir (Kıngır, Geban & Günel, 2011). Bu yaklaşım okuma-yazma-konuşma öğelerinin yer aldığı dil becerilerinin kullanımını gerektirmektedir. Öğrenciler bu yaklaşımda geçerli bir argüman oluşturma, iddia ve kanıt sunma, soru sorma, araştırmaları hakkında uygulama yapma fırsatları yakalar (Keys, Hand, Prain ve Collins, 1999). Bu yaklaşımda sistematik bir şekilde akıl yürütme sürecinin takip edilmesi ve bilimsel kavramların, argümantasyon becerilerinin, eleştirel düşünme becerilerinin kullanımı gerekir (Hand, Norton-Meier, Staker, & Bintz, 2009).

Bu yaklaşımda öğrenciler soru sorma, iddia ileri sürme, iddiaları delillerle destekleme yoluyla araştırma-sorgulamanın temel alındığı bir öğrenme-öğretme ortamının içinde bilgilerini düzenleyerek yapılandırır (Hand

& Keys, 1999). Bu yaklaşımda argümanların yazılı olarak yapılandırılması temel alınmaktadır (Günel vd., 2010). Bu yaklaşımda yazma basamağına başlamadan önce argümantasyon süreci gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bu yaklaşım yalnızca sorgulamaya dayanan etkinliklere göre kazanımların gelişiminde oldukça üst düzeyde etkilidir (Akkuş, Günel & Hand, 2007).

Keys (1999), argümantasyon tabanlı öğrenmenin uygulanma aşamalarını açıklayabilmek için öğrenci-öğretmenlere kılavuzluk yapması amacıyla öğretmen ve öğrenci şablonu oluşturmuştur. Bu iki şablon argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımında öğretmen ve öğrenci tarafından yapılması gereken faaliyetler hakkında yol göstermektedir.

2.1. Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımında Öğretmenin Gerçekleştirilmesi Gereken Faaliyetler

Keys (1999)'in öğretmen şablonunda argümantasyon tabanlı bilim öğrenme ile öğretimin yapılacağı ortamlarda öğretmen tarafından gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler belirtilmiştir. Öğretmenlerden bu şablonda ifade edilen aşamaları kendi tecrübelerine göre uygulamaları beklenmektedir.

1. Öğrencilerin ön bilgilerinin ve hazır bulunuşluklarının belirlenmesi
2. Labaratuvardan önce yazma-gözlem-beyin fırtınası-soru sorma teknikleriyle etkinliklere hazırlanılması
3. Laboratuvar etkinliklerine katılma
4. I. Müzakere Basamağı: Laboratuvar etkinliklerinde bireysel yazma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi
5. II. Müzakere Basamağı: Öğrenci grupları tarafından yapılan gözlemlerin sonucunda elde edilen verilerin tartışılması ve paylaşılması
6. III. Müzakere Basamağı: Oluşan fikirlerin kaynaklar ile kıyaslanması
7. IV. Müzakere Aşaması: Bireysel yansıma ve yazmanın gerçekleştirilmesi (Bu amaçla rapor, poster vb. ürünler hazırlama)
8. Öğretimin sonunda kavram haritalarıyla öğrenilenlerin belirlenmesi (Demirbağ & Günel, 2014).

Bu yaklaşımının uygulanması sürecinde yukarıda verilen temel basamaklar daha geniş bir şekilde açıklanabilir.

1. Öğretmen öğrenme-öğretme sürecinin başlangıcında öğrencilerin bireysel-grup şeklinde öğrenecekleri konuya yönelik öğrenci ön bilgilerinin görülebilmesi amacıyla haritalandırma yapar.

2. Müzakere basamaklarında öğrencileri etkili bir katılımcı olmaları amacıyla müzakere sürecinde uyulması gereken kuralları (bir öğrencinin konuşması esnasında diğer öğrencilerin dinlemeleri, söz kesmemeleri ve müdahalede bulunmamaları) açıklar.

3. Laboratuvar-sınıf etkinliklerinden önce informal yazma-gözlem-beyin fırtınası-soru sorma gibi faaliyetler gerçekleştirir.

4. Müzakere basamaklarında öğrencilerin arasında müzakere sürecinin meydana gelmediği durumlarda açık uçlu soru sorma yoluyla müzakere sürecinin başlamasını sağlar.

5. Laboratuvar-sınıf içi etkinliklerin uygulanması sürecinde öğretmen de katılımcı olarak yer almalıdır. Etkinlik sürecini izlemek ve gerektiğinde yönlendirmeler yapmak amacıyla grupların arasında dolaşır. Öğretmen öğrencilerin kendisiyle diyalog içine girmelerine yardım eder. İhtiyaç olduğu durumlarda öğrencileri yönlendirmek amacıyla yöneltilen sorularla müdahalede bulunur.

6. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinin gerçekleştirilmesi sürecinde ilk basamak olarak ifade edilen bireysel anlama amacıyla düzenlenen yazma etkinliğinin müzakeresi yapılır.

7. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinde ikinci basamak olan yapılan gözlemler ve ya ölçümler sonucunda elde edilen verilerin grup içinde karşılaştırılması ve paylaşılması etkinliğinin müzakeresi yapılır.

8. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinde üçüncü basamak olan etkinliklerin sonucunda oluşan fikirlerin bilimsel kaynaklarla karşılaştırılması etkinliğinin müzakeresi yapılır.

9. Laboratuvar/sınıf içi etkinlikleri yapılırken dördüncü basamak olarak bireysel olarak yansına-yazma etkinliğinin müzakeresi yapılır.

10. Laboratuvar/sınıf içi etkinliklerinin yapılması sürecinde esnasında nitelikli soruların ve kaliteli argümanların üretilmesi amacıyla öğrencileri teşvik ederek destek olur.

11. Öğrencilerin grup olarak çalışmaları konusunda yönlendirmeler yapar. Müzakere basamaklarında öğrenciler tarafından yapılan çıkarımların hem grubun kendi içinde hem de grubun dışındaki diğer gruplarla paylaşmaları ve karşılaştırmaları için öğrencilerin teşvik edilmesini sağlar.

12. Öğrenciler tarafından ortaya konulan deneysel-kuramsal delillerin ilgili iddialara destek olup olmadığı konusunda öğrencilerin düşünmesini ve değerlendirmesini sağlar.

13. Öğretim sürecinin sonunda ulaşılan genelleme ve sonuçlara yönelik içerikle ilişkili haritalandırma yapar (Keys vd., 1999).

2.2. Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımında Öğrencinin Gerçekleştirmesi Gereken Faaliyetler

Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımında öğrencilere güçlü argümanlar geliştirme imkanı sunulur. Öğrenciler, öğrenci şablonunda yer alana basamakları uygulayarak sorular sorma, soruların test edilmesi, iddia-delillerin geçerli biçimde sunulması, öğrencinin karşıt fikirler ile kendi fikirlerini kıyaslaması, fikirlerindeki ve argümanlarındaki değişimin gözlemlenebilmesi imkanlarına sahip olurlar. Böylece öğrenciler bilimsel konular hakkında fikir sahibi olabilmeleri için güçlü argümanlar geliştirebilirler (Akkuş vd., 2007). Bu yaklaşımda öğrenciler tarafında uygulanması gereken öğrenme basamakları ve o basamaklarda sorulması gereken soruların aşağıda belirtildiği şekilde olması beklenmektedir.

1. Başlangıçtaki Fikirler-Sorularım nelerdir?
2. Test-Neler yaptım?
3. Gözlem-Neleri gözlemledim?
4. İddia-Bu konuda nasıl bir iddiada bulunabilirim?
5. Kanıt-Bu iddiada bulunma sebeplerim nelerdir? Nasıl anladım?
6. Okuma-Diğer fikirlerle kendi fikrimi nasıl kıyaslarım?
7. Yansıma-Sonunda fikirlerimde ne değişti?

Argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımı basamaklarında öğrenciler tarafından gerçekleştirilecek faaliyetler daha geniş bir şekilde aşağıdaki gibi açıklanabilir.

1. Başlangıç soruları öğrenciler tarafından belirlenir ve öğretmenin müdahalesi söz konusu değildir.
2. Öğrenciler belirledikleri soruya cevap arayabilmek amacıyla etkinlikler tasarlar ve etkinlikleri yaparlar.
3. Öğrenciler etkinliklerin uygulanması esnasında yaptıkları gözlemleri ve elde ettikleri verileri öğrenci şablonuna yazar.
4. Yapılan gözlemler ve elde edilen verilere dayanarak iddialar ileri sürerler.
5. İleri sürdükleri iddialara ilişkin kuramsal/deneysel deliller oluştururlar.

6. İddialarını ve kanıtlarını hem grup içinde hem de grup dışında diğer gruplarla paylaşarak karşılaştırırlar.

7. Öğrenciler öğretim sürecinde hem kendi grubunun içinde hem de grubunun dışında diğer grupların arasında müzakere sürecinin içinde yer alırlar.

8. Öğrenciler argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımının uygulanması süreci içinde deneyimlerini ve fikirlerinde değişim olup olmadığını yansıtıcı bir biçimde yazarlar (Keys, 1999 ; Akkuş vd., 2007).

3. Öğretimde Teknolojinin Yeri ve Önemi

Eğitim alanlarının teknolojiadaki değişime açık olması ve teknolojiyle birlikte uygun bir şekilde desteklenmesi gerekir (Başat, 2015). Çünkü teknoloji eğitimde öğrenmeyi kolaylaştırıcı, öğrenmeyi zamana-mekâna bağlı olmaktan çıkaran, sınıfın dışında da öğrenme-öğretme amaçlı kullanılan bir araçtır (Akgün, Özden, Çinici, Aslan & Berber, 2014). Teknolojinin eğitimde kullanımı, bilgiye erişimi kolaylaştırmakta, öğrenme materyallerinin çeşitliliğini artırmakta ve eğitim süreçlerini daha verimli hale getirmektedir (Abbas, Aman, Nurunnabi & Bano, 2019). Görsel-işitsel uyaranlardan kaynaklı çeşitlilikler sayesinde teknoloji öğrenmeye ilişkin deneyimleri zenginleştirmekte ve öğrencinin derse katılmasını artırmaktadır (OECD, 2021). Bu durum, pasif bir biçimde dinlemenin yerine öğrencinin aktif biçimde öğrenme-öğretme sürecinin içinde etkileşime girmeye imkan sunmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2024). Teknolojik öğretim materyalleriyle oluşturulan çoklu öğrenme ortamları öğrencilerin problem çözebilme, yaratıcı-üst düzey düşünebilme ve dijital okuryazarlık vb. 21. yüzyıl becerilerinin de gelişimine imkan sunar (Narsiti & Raharja, 2022). Teknolojik uygulamalarla öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınması sağlanır. Böylece bireysel farklılıklara yönelik uygun olan öğrenme ortamları planlanabilir, öğrenme desteklenebilir, öğrencilere etkileşim-dinamizme sahip içerik sunulabilir, öğrencilerin işbirliği yapabilmelerine yönelik imkânlar sağlanarak ortak çalışma yapılabilecek ortamlar oluşturulabilir, öğrencilerin derslere aktif bir şekilde katılımı sağlanabilir, öğrenciler derse motive edilir, alternatif öğrenme yolları sağlanır (Elvan, & Mutlubaş, 2020). Teknolojinin öğretimde kullanımına yer verilmesinin öğrenme hedefleri üzerindeki katkıları dikkate alındığında öğretim süreci teknolojiyle de desteklenmelidir.

4. Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Argümantasyon tabanlı bilim öğrenmenin odağında argümantasyon vardır. Öğrencilerin argümantasyon sürecini yazılı hale getirmeleri argümantasyon sürecini sıkıcı olarak görmelerine neden olabilmektedir. Argümantasyon sürecini sıkıcı olmaktan çıkarabilmek, ilgi çekici-motive edici hale getirebilmek ve öğrencilerin sıkılmadan argümantasyon sürecine katılmaları ve argümanlarını sözel ve yazılı olarak ifade edebilmelerini sağlayabilmek için argümantasyon süreci ses, hareket, görüntü ve etkileşim gibi multimedya unsurlarını içeren teknolojik eğitim programlarıyla desteklenebilir. Bu amaçla argümantasyon tabanlı bilim öğrenme sürecinin tamamı Canva, Platagon gibi dijital bir ortama taşınıp teknolojik uygulamalarla desteklenebilir. Bir başka deyişle argümantasyon tabanlı fen öğrenme yaklaşımı teknolojik eğitim programları desteğiyle “Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı”na dönüştürülerek dijital platforma taşınmış olur.

4.1. Hazırlık Aşaması-Argümantasyon Sürecinin Öğretimi

Argümantasyon sürecinin temel öğeleri içinde yer alan argümanın, karşı argümanın, çürütmenin ve argümantasyonun nasıl gerçekleştiğinin örnekler ile uygulamalı biçimde açıklaması ve öğretimi yapılır. Kaliteli bir argümanın hangi özelliklere sahip olması gerektiği açıklanır. Kaliteli argümantasyon sürecinin gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerin ortaya koydukları argümanlara yönelik karşı argümanların öne sürülebileceği, öğrencilerin karşı argümanları kendi argümanlarına ikna edebilmeleri için tartışmanın oldukça önem arz ettiği belirtilir. Tartışma yapılırken öğrencilerin kendi argümanlarının doğruluğunu kanıtlayabilmeleri amacıyla kanıtları ortaya koyma ve karşı argümanların çürütülebilmesinin de önem arz ettiği açıklanır.

Öğrenciler 4-5 kişilik heterojen gruplara ayrılır. Öğrencilerden “Deney Hayvanları” gibi sosyobilimsel bir konuda argüman, karşı argüman ve çürütücü ortaya koymaları istenilir. Gruplarda yer alan öğrencilerin her birine “Deney Hayvanları” konusunu içeren “Argümantasyon Etkinlik Formu” dağıtılır. Argümantasyon Etkinlik Formu’nda yer alan konunun içeriği “Bilimsel çalışma sürecinde deney hayvanlarının kullanımına yer verilmesi insanlar için avantaj mıdır, yoksa deney hayvanlarının yaşamına yönelik yapılan haksız bir uygulama mıdır?” ikilemine ilişkindir.

Gruplarda yer alan öğrencilerin Argümantasyon Etkinlik Formu’ndaki metni okumaları, grup içinde görüşlerini açıklamaları ve tartışmaları sağlanır. Sonra sınıf içinde genel bir tartışma yapılarak ve öğrencilerin

görüşlerini ifade etmeleri sağlanır. Sınıf tartışması sonunda öğrencilerin her biri yazılı argümanlarını AEK üzerinde ifade ederler. Tartışmaların sonunda öğrencilerin sahip oldukları görüşleri değiştirebilecekleri belirtilir. Gruptaki öğrenciler farklı görüşlere sahip olabilir. Argümantasyondaki en önemli faktörlerden biri her öğrencinin görüşünü savunabilmesi ve karşı görüşün zayıf yönlerini belirleyip karşı görüşü etkisizleştirebilmesidir. Kaliteli bir argümantasyonda argüman, karşı argüman ve çürütme öğelerinin açıklanmasında dikkat edilecek noktalar da belirtilmelidir. AEK'nın değerlendirilmesinde yazılan gerekçe ve destekleyici sayısına bağlı olarak alınabilecek puanlar, argümantasyonun her bir ögesinde en yüksek puanın alınabilmesi amacıyla en az yapılması gerekenler de örneklerle belirtilir.

4.2. Teknoloji Destekli Argümantasyon Tabanlı Fen Öğrenme Yaklaşımı

Öncelikle sınıftaki öğrenci sayısına bağlı olarak üç, dört ya da beş öğrencilik heterojen gruplar oluşturulur. Teknoloji destekli argümantasyon tabanlı fen öğrenmeye yaklaşımının uygulanmasında Akıllı Tahta kullanılır. Ayrıca argümantasyon sürecini gerçekleştirmek ve öğretim amaçlı kullanılması için öğrenci gruplarına tablet bilgisayarlar dağıtılır.

Argümantasyon sürecinin başında öğretimi amaçlanan konu ya da kazanımlara ilişkin öğrencilerin fikirlerini öğrenebilmek amacıyla Wordart uygulamasıyla kelime bulutu oluşturularak beyin fırtınası tekniği kullanılır. Ayrıca öğrencilerin öğretimi amaçlanan konu ya da kazanımlara ilişkin ön bilgilerini belirleyebilmek için Plickers uygulamasında çoktan seçmeli doğru yanlış, kısa cevaplı testler uygulanabilir. Bu amaçla öğrencilere Plickers QR Kod cevap kağıtları dağıtılır. Buna ilaveten öğrencilerin öğretimi amaçlanan konu-yada kazanımlara ilginin çekilmesi ve öğrenmeye yönelik motivasyonun sağlanması amacıyla Akıllı Tahtada animasyon, ilgi çekici ancak teorik bilgi içermeyen videolar öğrencilere izletilebilir. Canva programında ilgi çekici ve multimedya unsurlarını da içeren dijital öyküler kullanılabilir. Belirtilen öğrenme etkinliklerinin bir ya da iki tanesi kazanım ya da konu içeriğine uygun olarak tercih edilir.

Öğrencilerde öğrenme çıktılarının gelişimini sağlamak amacıyla argümantasyon sürecinde kullanılacak argümantasyon tekniği ve argümantasyon sürecinin tamamı teknolojik uygulamalar (Canva, Capcut vb.) sayesinde ilgiyi çekebilecek ve motivasyonu sağlayabilecek multimedya öğelerini içerecek biçimde dijital ortama taşınır. Bu amaçla argümantasyonu başlatabilmek için “Fikirlerle Yarışan Teoriler” denilen argümantasyonda kullanılan teknik dijital ortama capcut programı sayesinde görsel, işitsel,

etkileşimli, ilgi çekici olacak şekilde taşınır. Kazanım ve konu içeriğine uygun olacak şekilde argümantasyon tekniği seçilir. Argümantasyon tekniğine uygun olan teknolojik uygulama kullanılır. Argümantasyon tekniğinin ve argümantasyon sürecinin tamamının dijital ortama taşınmasında mutlaka kazanım ve konu içeriği dikkate alınmalı ve öğrenciler için multimedya unsurları kullanılarak ilgi çekici ve motive edici olmasına önem verilmelidir. Böylece öğrenciler tarafından sıkıcı olarak görülen argümantasyon sürecinin yazılı hale getirilmesi ve Argümantasyon Etkinlik Formları'nın doldurulması öğrenciler için sıkıcı olmaktan çıkabilir.

Teknolojik uygulama sayesinde yarışan teorilere ilişkin öğrencilere sorular yöneltilir. Yöneltilen sorulara yönelik öğrencilerin tahminleri alınır. Yarışan teorileri konu alan uygun bir simülasyon (Algoodo, PhET Colorado vb. simülasyon programları) öğrenci grupları tarafından tablet bilgisayarlar ile uygulanır. Öğrenci grupları simülasyon programını değişkenleri değiştirme, sonuçları gözlemleme ve verileri kaydetme yoluyla kullanır. Öğrenciler simülasyon programında yaptıkları gözlemle yarışan teorilerin açıklanmasına ilişkin tahminlerinin tutarlı olup olmadığını ve tahminlerinin doğrulanıp doğrulanmadığını inceleyerek bu durum hakkında kendi grupları içinde açıklama üretmeye çalışır.

Öğrenci gruplarının tablet bilgisayarlar aracılığıyla simülasyonu kullanmaları ve argümantasyonu gerçekleştirmeleri öğrencilerin kendi öğrenme hızında öğrenmelerine fırsat sağlar. Argümantasyonun dijital bir uygulamaya alınması ve tablet bilgisayarlar sayesinde uygulanması öğrencilere argümantasyonun öğeleri (argüman-karşı argüman-çürütücü) hakkında araştırma yapma ve öğrenciyle etkileşimli multimedya unsurlarını içeren etkinliklerin, uygulamaların ve ölçme-değerlendirme faaliyetlerine katılma imkanı sağlar.

Teknolojik bir uygulama ile dijital ortama taşınan yarışan teoriler tekniği ile simülasyon tablet bilgisayarlar sayesinde öğrenci grupları tarafından yapılır. Her bir öğrenciden yarışan teorilerin senaryosu içindeki olayı açıklayabilecek ve soruları cevaplayabilecek teoriyi seçmeleri istenilir. Dijital ortamda öğrenci gruplarından seçtikleri yarışan teorinin kendi grupları içinde tartışmaları istenilir. Sonra öğrencilerden seçtikleri teoriyi sınıf içinde tartışmaları, birbirlerine sorular sormaları ve açıklamalarını gerekçelendirmeleri istenilir. Bu sürecin sonunda öğrencilere argümantasyonun başında tercih ettiği teoriyi değiştirebilecekleri belirtilir.

Daha sonra öğrencilerden argümantasyon sürecinin taşındığı dijital uygulama aracılığıyla multimedya unsurlarını da kullanarak argüman oluşturmaları, oluşturulan argümana yönelik gerekçe, destekleyici ortaya

koymaları istenilir. Ayrıca gruptaki farklı görüşte olan öğrencilerin seçtiği argümanı çürütebilmek ve ya kendi argümanını destekleyebilmek amacıyla öğrencilerden gerekçe ile çürütücü ortaya koymaları ve çürütücünün de destekleyicisini belirtmeleri istenilir. Dijital ortama taşınan argümantasyon sürecinin tamamı multimedya öğelerini de içeren teknoloji desteği sayesinde uygulanırken, öğrencilerin Argümantasyon Etkinlik Formlarını doldurmaları sağlanır. Argümantasyonun sonunda tekrar sınıfta tartışma ortamı oluşturularak, yarışan teorilerin senaryosu içindeki olaya, olaya ilişkin sorulara ve yarışan teorilere ilişkin cevap, sonuç ve genellemelere ulaşılmaya çalışılır. Argümantasyonun başından sonuna kadar öğrencilerin ön bilgileri, öğrenme eksiklikleri ve öğrenme düzeyleri Plickers Programı ile öğrencilere daha önce dağıtılmış QR Kod Cevap Kağıdı ile hızlı ve öğrencilere geri dönüt verecek şekilde ölçme değerlendirme gerçekleştirilir.

Kaynaklar

- Abbas, J., Aman, J., Nurunnabi, M., & Bano, S. (2019). The impact of social media on learning behavior for sustainable education: Evidence of students from selected universities in Pakistan. *Sustainability*, 11(6), 1683. <https://doi.org/10.3390/su11061683>
- Akgün, A., Özden, M., Çinici, A., Aslan, A., & Berber, S. (2014). Teknoloji destekli öğretimin bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarıya etkisinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(48), 027-046.
- Akkuş, R., Günel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an inquiry based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745-1765.
- Ayas, A., Çepni, S., & Ayvaci, H. Ş. (2019). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Pegem Akademi.
- Aymen Peker, E., Apaydın, Z., & Taş, E. (2012). Isı yalıtımını argümantasyonla anlama: İlköğretim 6. sınıf öğrencileriyle durum çalışması. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 79-100.
- Başat, T. (2015). *Ön lisans öğrencilerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ve özyeterliklerinin araştırılması: Afyon Meslek Yüksekokulu'nda bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Boulter, C. J., & Gilbert, J. K. (1995). Argument and science education. In P. J. M. Costello & S. Mitchell (Eds.), *Competing and consensual voices: The Theory and practices of argument*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Supporting argumentation through students' questions: Case studies in science classrooms. *Journal of The Learning Sciences*, 19(2), 230-284. <https://doi.org/10.1080/10508400903530036>
- Çorbacı, N., & Yakışan, M. (2018). The analysis of the arguments developed by science 7th grade students in relation to the science organizations of science courses. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 249-263.
- Demir, K., Enderle, P., & Gül, T. (2017). Fizik öğretiminde argüman temelli sorgulama. A. İ. Şen & A. R. Akdeniz (Ed.), *Fizik öğretimi içinde* (s. 199-225). Ankara: Pegem.
- Demiral, Ü. (2014). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel bir konudaki argümantasyon becerilerinin eleştirel düşünme ve bilgi düzeyleri açısından incelenmesi: GDO örneği*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Demirbağ, M., & Günel, M. (2014). Argümantasyon tabanlı fen eğitimi sürecine modsal betimleme entegrasyonunun akademik başarı, argüman kurma ve yazma becerilerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 373- 392.
- Demirdöğen, B., Yeşiloğlu, S. N., & Köseoğlu, F. (2017). Argümantasyon ile kimya öğretimi. A. Ayas & M. Sözbilir (Ed.), *Kimya öğretimi* içinde (s. 337-365). Ankara: Pegem.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, A., Schweingruber, H., & Shouse A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies.
- Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38, 39-72. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>
- Elvan, D., & Mutlubaş, H. (2020). Eğitim-öğretim faaliyetlerinde teknolojinin kullanımı ve teknolojinin sağladığı yararlar. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(6), 100-109.
- Erduran, S. (2006). Promoting ideas, evidence and argument in initial science teacher training. *School Science Review*, 87(321), 45-50.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915-933. <https://doi.org/10.1002/scs.20012>
- Erkek, Ö., & Işıksal Bostan, M. (2019). A different look at the reasoning process of prospective middle school mathematics teachers: Global argumentation structures. *Education and Science*, 44(199), 75-101. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2019.7867>
- Goldsworthy, A., Watson, R., & Wood Robinson, V. (2000). Developing understanding in scientific enquiry. Hatfield, UK: Association For Science Education.
- Günel, M., Kabataş Memiş, E., & Büyükkasap, E. (2010). Yapararak yazarak bilim öğrenimi-YYBÖ yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin fen akademik başarısına ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumuna etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 49-62.
- Günel, M., Kabataş-Memiş, E., & Büyükkasap, E. (2010). Effects of the science writing heuristic approach on primary school students' science achievement and attitude toward Science Course. *Education and Science*, 35(155), 49-62.
- Hand B., Norton-Meier L., Staker J., & Bintz, J.(2009). *Negotiating science: The critical role of argument in student*. Portsmouth, NH: Heinemann.

- Hand, B., & Keys, C. W. (1999). Inquiry investigation. *The Science Teacher*, 66(4), 27.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation in learning environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 91-115). Dordrecht: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M.P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom based research* (pp. 3-28). Netherland: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27). Dordrecht: Springer.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: An Evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431-446.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199912\)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I)
- Kingır, S., Geban, Ö., & Günel, M. (2011). Öğrencilerin kimya derslerinde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının uygulanmasına ilişkin görüşleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 15-28.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245-1260.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005a). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4 ve 5. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005b). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari/icerik/151> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=143> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/fen-bilimleri-dersi> sayfasından erişilmiştir.

- Narsiti, E., & Raharja, H.F. (2022). The effect of an animated videos in social studies learning toward creative thinking of fourth grader elementary students. *Jurnal IJPSE (Indonesia Journal of Primary Science Education)*, 2(2), 17-21. <https://doi.org/10.33752/ijpse.v2i2.1782>
- Naylor, S., Downing, B., & Keogh, B. (2001). An empirical study of argumentation in primary science, using concept cartoons as the stimulus. In *3rd Conference of the European Science Education Research Association Conference, Thessaloniki, Greece*.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington DC: The National Academies.
- Nussbaum, E. M. (2008). Using argumentation Vee diagrams (AVDs) for promoting argument counterargument integration in reflective writing. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 549-565. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.549>
- Nussbaum, E. M. (2011). Argumentation, dialogue theory, and probability modeling: Alternative frameworks for argumentation research in education. *Educational Psychologist*, 46(2), 84-106. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.558816>
- Nussbaum, E. M., & Edwards, O. V. (2011). Argumentation, critical questions, and integrative stratagems: Enhancing young adolescents' reasoning about current events. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3), 433-488.
- OECD. (2021). *OECD digital education outlook 2021 pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>.
- Osborne, J. (1997). Practical alternatives. *School Science Review*, 78(285), 61-66.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004a). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004b). *Ideas, evidence and argument in science. In service training pack, resource pack and video*. London: Nuffield Foundation.
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447-472. <https://doi.org/10.1002/scs.20276>
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, 97(5), 643-670.
- Schweizer, D. M. (2002). Heating up the science classroom through global warming: an investigation of the use of argument in earth system science.

- ce education. Doctoral Dissertation. <https://www.proquest.com/doc-view/252168718?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true> sayfasından erişilmiştir.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Solomon, J. (1991). *Exploring the nature of science: Key Stage 3*. Glasgow, UK: Blackie.
- Solomon, J., Duveen, J., & Scott, L. (1992). *Exploring the nature of science: Key stage 4*. Hatfield, UK: Association for Science Education.
- Şahin, D. (2014). *Dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin argüman yapıları*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Torun, F. (2015). *Sosyal bilimler dersinde argümantasyon temelli öğretim ve karar verme becerisi arasındaki ilişki düzeyi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University.
- Tümay, H. (2008). *Argümantasyon odaklı kimya öğretimi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tümay, H., & Köseoğlu, F. (2011). Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(3), 105-119.
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (2025). Güncel Türkçe sözlük. <https://sozluk.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- van Eemeren, F. H., Jackson, S., & Jacobs, S. (2011). Argumentation. In T. A. V. Dijk (Ed.), *Discourse studies: A multidisciplinary introduction* (pp. 85-106). London: Sage.
- Venville, G., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Education*, 47(8), 952-977. <https://doi.org/10.1002/tea.20358>
- White, R.T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. The Falmer Press, London.
- Zhou, G. (2010). Conceptual change in science: A process of argumentation. *Eurasian Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(2), 101-110. <https://doi.org/10.12973/EJMSTE/75231>
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>

Fen Eğitiminin Günümüzdeki Yeri ve Dijital Dönüşümün Kaçınılmazlığı

Onur Can Kolay¹

Bedri Nejat Yüzüak²

Yusuf Yılmaz³

Özet

Fen eğitimi, günümüzün temel sorunlarına (iklim değişikliği, sağlık, enerji, yapay zekâ okuryazarlığı vb.) yönelik çözüm üretebilen bireyler yetiştirmeyi amaçlayan; bilimsel düşünme, veri okuryazarlığı ve kanıta dayalı karar verme becerilerini geliştirmeye odaklanan bir süreçtir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, artırılmış gerçeklik, sanal ve karma gerçeklik ile oyun tabanlı dijital ortamların öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenme çıktıları üzerinde anlamlı katkılar sağladığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda dijital dönüşüm, yalnızca derslere yeni teknolojilerin eklenmesiyle sınırlı olmayıp; öğretim süreçlerinin, ölçme-değerlendirmenin ve öğrenme ekosistemlerinin bütüncül bir biçimde yeniden yapılandırılmasını ifade etmektedir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) doğrultusunda fen eğitiminde Kahoot!, PhET, MEL Science, Sanal Gerçeklik (VR), Artırılmış Gerçeklik (AR), Scratch, Tinkercad ve Padlet gibi çeşitli dijital araçların kullanımı öngörülmektedir. Bu araçlar öğrencilerin problem çözme, analitik düşünme, yaratıcılık, iş birliği ve dijital okuryazarlık gibi becerilerinin gelişimini desteklerken; öğretmenlere anlık geri bildirim sağlama, bireyselleştirilmiş öğretim uygulamaları geliştirme ve veri temelli karar alma imkânı sunmaktadır. Ölçme-değerlendirme boyutunda ise oyun temelli, simülasyon destekli, mobil tabanlı, e-portfolyo ve yapay zekâ odaklı yaklaşımlar öne çıkmakta; böylece öğrencilerin yalnızca ürün değil süreç performansları da çok boyutlu olarak değerlendirilebilmektedir.

- 1 Araştırma Görevlisi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, onurkolay@nevsehir.edu.tr, 0009-0005-1936-7368
- 2 Araştırma Görevlisi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, bnyuzuak@nevsehir.edu.tr, 0009-0006-8397-1030
- 3 Araştırma Görevlisi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, yusufyilmaz@nevsehir.edu.tr, 0009-0009-6617-3952

Dijital dönüşümün bir diğer kritik boyutu, özel gereksinimli öğrenciler için erişilebilirlik ve kapsayıcılık sağlamasıdır. İşaret dili entegrasyonu, ekran okuyucular, sesli betimlemeler, AR/VR uygulamaları ve uyarlanabilir yazılımlar öğrenme süreçlerini daha somut ve bireyselleştirilmiş hâle getirerek motivasyonu artırmaktadır. Evrensel Tasarım İlkeleri çerçevesinde geliştirilen bu uygulamalar, tüm öğrencilere eşit öğrenme fırsatları sunulmasına katkıda bulunmaktadır. Sonuç olarak, fen eğitiminde dijitalleşme; bireyselleştirilmiş öğrenme yolları, kapsayıcı tasarım anlayışı ve çok boyutlu değerlendirme yöntemleriyle öğrencilerin hem akademik hem de sosyal-duyuşsal gelişimlerini destekleyen, çağdaş eğitim yaklaşımlarının merkezinde yer alan bir paradigma dönüşümünü temsil etmektedir.

1. Giriş

Fen eğitimi; çağın mühim konularına (iklim, sağlık, enerji, yapay zekâ okuryazarlığı vb.) ilişkin sorunlara çözüm üretebilmeyi başlıca gaye edinen ve bu doğrultuda bilimsel düşünme, veri okuryazarlığı, kanıta dayalı karar verme becerilerinin geliştirilmesini sağlayan bir süreçtir. Güncel kanıtlar, fen öğretiminde etkileşimli öğrenme ortamlarının (artırılmış/sanal/karma gerçeklik ve etkileşimli dijital oyunlar) bilişsel ve duyuşsal çıktıları anlamlı biçimde iyileştirebildiğini göstermektedir. 2025 tarihli bir ağ-meta analizine göre özellikle artırılmış gerçeklik (AR), fen öğrenme çıktılarında diğer biçimlere göre üst sıralarda yer almakta; karma gerçeklik ve oyunlaştırılmış ortamlar da geleneksel öğretime kıyasla kayda değer kazanımlar sunmaktadır (Koç ve Kanadlı, 2025). Bu bulgular, fen eğitiminde dijital araçların pedagojik entegrasyonunun önemini ortaya koymakta ve dijitalleşmenin ‘isteğe bağlı bir eklenti’ değil, öğrenme deneyimini derinleştiren bir gereklilik haline geldiğini göstermektedir.

Dijital dönüşüm, yalnızca dijital araçların eğitim ortamlarına entegre edilmesiyle sınırlandırılmayıp aynı zamanda öğretim süreçlerinin, ölçme-değerlendirmenin, iletişim biçimlerinin ve kurumsal işleyişin bütünsel olarak dijital teknolojiler ışığında yeniden yapılandırılmasını ifade eder. Eğitim bağlamında dijital dönüşüm, öğretim materyallerinin dijitalleşmesinin ötesinde pedagojik yaklaşımların, öğrenme-öğretme etkileşimlerinin ve öğrenme ekosistemlerinin köklü biçimde değişimini yansıtır (Selwyn, 2016; OECD, 2019). Bu süreç, öğretmen ve öğrencilerin teknolojiyi yalnızca bir araç olarak değil, öğrenme deneyimlerini dönüştüren ve kişiselleştiren bir yapı taşı olarak görmelerini gerektirir. Ayrıca dijital dönüşüm, eğitim kurumlarının 21. yüzyıl becerileri doğrultusunda esnek, erişilebilir ve veri temelli öğrenme ortamları inşa etmelerini zorunlu kılmaktadır (European Commission, 2020).

Öteyandan, dijital fen öğreniminin yaygınlaştırılması ölçme-değerlendirme ve geribildirim döngülerinde de dönüşüm yaratmaktadır. 2018–2021 yılları arasında yürütülen çalışmaları kapsayan güncel bir tematik derleme, dijital değerlendirmenin öğrenme yönetim sistemleri, e-portfolyolar, çevrim içi akran değerlendirmeleri ve özgün görevlerle bütünleştirilmesi hâlinde hızlı geri bildirim, bireyselleşme ve katılım artışı sağladığını; ancak geçerlik, güvenilirlik ve akademik dürüstlük açısından dikkatli bir tasarım yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Jurāne-Brēmane, 2023).

Dijitalleşmenin fen eğitimine getirdiği en önemli katkılardan biri, öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak öğrenme süreçlerinin uyarlanabilmesine olanak tanımasıdır. Bireyselleştirilmiş öğrenme öğrencilerin öğrenme hızlarına, hazırbulunuşluk düzeylerine, ihtiyaç ve ilgi alanlarına göre uyarlanmış içerik, etkinlik ve geri bildirimlerle desteklenmelerini ifade eder (Pane vd., 2017). Bu yaklaşım, özellikle fen eğitiminde kavramsal kargaşa ve yanılgıların giderilmesi, öğrenme boşluklarının kapatılması ve farklı öğrenme stillerine uygun öğretim yollarının tasarlanması açısından önem arz etmektedir.

Dijital ortamlar, öğrenme analitikleri ve yapay zekâ destekli sistemler aracılığıyla öğrencilerin anlık performans verilerini toplayarak öğretim süreçlerini dinamik biçimde uyarlayabilmektedir (Fischer vd., 2020). Örneğin, öğrenme yönetim sistemleri (LMS) veya akıllı öğretim sistemleri, öğrencilerin çözdüğü sorulardaki hata türlerini analiz ederek bir sonraki adımda ona uygun içerik sunabilmekte; böylece öğretim süreci tüm sınıfa tek tip ilerlemek yerine bireyselleştirilmiş yollarla sürdürülmektedir (Holmes vd., 2019). Türkiye bağlamında da halen bazı sınıf düzeylerinde (yedinci ve sekizinci sınıf) uygulanmaya devam eden 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (FBDÖP), bireysel farklılıklar gerçeğinden hareketle tüm öğrencileri kapsayan tek tip bir ölçme-değerlendirme yaklaşımının uygun olmayacağını vurgulamış ve farklı yöntemlerin kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Bu vurgu, 2024 FBDÖP’de de sürdürülmüş; programda öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınmasına yönelik düzenlemeler öngörülerek ders tasarımlarında farklı öğrenme ihtiyaçlarının gözetilmesi gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2024).

2024 FBDÖP programında bu yaklaşımın somutlaşmış biçimlerinden biri, “Farklılaştırma Uygulamaları” başlığı altında ele alınmaktadır. Programda, farklı öğrenme seviyelerine sahip öğrencilerin öğrenme ortamlarından kopmadan basit düzeyde ya da derinlemesine öğrenmelerinin sağlanması gerektiği belirtilmektedir. Bu yaklaşım, öğrenme ortamlarında

içeriğin, sürecin ve ürünlerin farklılaştırılması yoluyla öğrenme-öğretme uygulamalarının hem sadeleştirilmesine hem de zenginleştirilmesine imkân tanımaktadır.

Bununla birlikte, öğrencilerin disiplinler arası, disiplinler üstü ve disiplinler ötesi anlayışlarla hazırlanmış etkinlikler aracılığıyla fen bilgisini daha geniş bağlamlarda ilişkilendirmeleri hedeflenmektedir. Bu durum, yalnızca kavramsal öğrenmeyi değil; aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesini de desteklemektedir. Ayrıca program, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarının dikkate alınmasını ve bu doğrultuda dijital içeriklerle desteklenmiş bağımsız öğrenme ortamlarının oluşturulmasını öngörmektedir.

Öğrencilerin performans çalışmaları temel alınarak dijital içerikleri kullanabilecekleri ya da üretebilecekleri fırsatların oluşturulması da programın dikkat çekici yenilikleri arasındadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin pasif birer bilgi alıcısı olmaktan çıkarak aktif üretici konumuna geçmelerini teşvik etmektedir. Ek olarak, öğretim etkinliklerinin günlük yaşam örnekleriyle somutlaştırılması, dijital içeriklerle desteklenmesi ve öğrencilere ek yönergeler sunulması önerilmektedir. Bu düzenlemeler, fen eğitiminin yalnızca akademik bilgi aktarımıyla sınırlı kalmayıp öğrencilerin yaşamla doğrudan ilişkilendirebilecekleri ve günlük pratiklere aktarabilecekleri bir öğrenme süreci olmasına katkı sağlamaktadır (MEB, 2024).

Dolayısıyla fen eğitiminde dijitalleşme, yalnızca içerik aktarımını zenginleştiren bir araç değil; aynı zamanda ölçme-değerlendirme döngüsünü yeniden tanımlayan, bireyselleştirilmiş öğrenme yollarını destekleyen ve öğretim süreçlerine dair daha kapsamlı bir görünürlük sağlayan, temel bir paradigma dönüşümü alanı olarak konumlanmıştır. Bu dönüşüm, fen eğitiminin 21. yüzyılın karmaşık sorunlarına çözüm üretebilecek bireyler yetiştirme misyonunu daha etkili bir şekilde yerine getirmesine katkı sağlamaktadır. Bu paradigma değişiminin somutlaştığı iki temel boyut ise özel eğitim ve ölçme-değerlendirme süreçleridir. Bu boyutların ele alınması, dijital dönüşümün eğitimdeki gerçek etkilerini ortaya koymak açısından kritik öneme sahiptir.

1.1. Özel eğitim ve ölçme-değerlendirme boyutlarının neden kritik olduğu

Dijital dönüşümün eğitimdeki en belirgin etkilerinden biri, kapsayıcılık ve erişilebilirlik alanlarında ortaya çıkmaktadır. Özellikle fen eğitimi gibi deneysel, görsel ve uygulamalı etkinliklerin yoğun olduğu derslerde, özel gereksinimli öğrencilerin öğrenme süreçlerine tam katılımını sağlamak

kritik bir zorunluluktur. Bu noktada dijital teknolojiler, engelleri azaltarak öğrenme fırsatlarını genişletici bir işlev üstlenmektedir. Günümüz eğitimcileri ise, kapsayıcı genel eğitim sınıflarına katılan artan sayıda engelli öğrenciye etkili biçimde hizmet verebilmek için gerekli teknoloji bilgisi ve becerileri geliştirmek durumundadır (Wagner vd., 2006). Türkiye’de de benzer biçimde özel gereksinimli öğrencilerin dijital araçlara erişimi önem kazanmaktadır. Nitekim fen sınıflarında yardımcı teknolojilerin kullanımına ilişkin bulgular, bu tür dijital araçların özel gereksinimli öğrencilerin katılımını kolaylaştırabileceğini ve akademik başarılarını destekleyebileceğini göstermektedir (Marino vd., 2009). Benzer biçimde, Mikropoulos ve Iatraki (2023) tarafından gerçekleştirilen sistematik bir derlemede, 2013–2021 yılları arasında yayımlanmış 21 çalışma incelenmiş ve dijital teknolojilerin fen eğitiminde özel gereksinimli öğrenciler açısından özellikle motivasyon artışı sağladığı; ancak öğrenme çıktılarının, teknolojinin pedagojik entegrasyon biçimine bağlı olarak değiştiği vurgulanmıştır.

Özel eğitim açısından dijital dönüşüm, yalnızca erişim kolaylığı sağlamanın ötesinde, öğrenme fırsatlarının eşitliği anlamına da gelmektedir. Evrensel Tasarım İlkeleri (Universal Design for Learning [UDL]) bu noktada kritik bir çerçeve sunmakta; farklı bireysel farklılıklara, öğrenme ihtiyaçlarına ve engel gruplarına uygun öğrenme materyalleri geliştirilmesini teşvik etmektedir (Center for Applied Special Technology [CAST], 2018). Fen öğretiminde UDL yaklaşımı, örneğin hücre ve organellerin yapısının artırılmış gerçeklik ile görselleştirilmesi ya da sanal laboratuvar deneylerinin erişilebilir hale getirilmesi yoluyla, öğrencilerin farklı bireysel ihtiyaçlarına yanıt vermekte ve özel gereksinimli öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve bilimsel süreçlere katılımlarını kolaylaştırmaktadır.

Dijitalleşmenin önemli olduğu bir diğer alan ise ölçme-değerlendirme süreçleridir. Geleneksel sınavlar ve testler çoğu zaman öğrencilerin fen eğitimine özgü kavramsal anlayışlarını ya da bilimsel süreç becerilerini (örn., hipotez kurma, deney tasarlama, veri analizi) yansıtmada yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda fen eğitiminde dijital ölçme-değerlendirme araçlarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Jurāne-Brėmane (2023), dijital değerlendirme uygulamalarının geçerlik, güvenilirlik ve akademik dürüstlük açısından hem fırsatlar hem de sınırlılıklar barındırdığını vurgulayarak bu sürece ilişkin genel bir çerçeve sunmaktadır. Buna ek olarak, Yıldız ve Zengin (2021) dijital oyunların okul öncesi düzeyde bilimsel süreç becerilerinin gelişimine anlamlı katkı sağladığını ampirik bulgularla göstermiştir. Benzer şekilde, Momani (2023) de fen eğitiminde dijital öğrenme ve değerlendirme araçlarının kavramsal anlayışın gelişimine ve sürecin izlenmesine yönelik önemli fırsatlar sunduğunu

literatür taraması yoluyla ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, dijital ölçme-değerlendirme araçları öğrencilerin yalnızca ürün değil süreç boyutundaki performanslarının da daha bütüncül biçimde değerlendirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, fen derslerinde bilgisayar simülasyonları ve artırılmış/sanal gerçeklik uygulamalarında öğrencilerin problem çözme süreçlerinin izlenmesi, öğrenmenin nasıl gerçekleştiğine dair önemli veriler sunmaktadır (Mikropoulos ve Iatraki, 2023).

Bununla birlikte dijital ölçme-değerlendirme, beraberinde bazı sınırlılıkları da getirmektedir. Öğrenme analitiklerine ilişkin literatürde, bu araçların gerçekten beklenen öğrenme çıktılarını iyileştirip iyileştirmediğine dair kanıtların sınırlı olduğu; elde edilen verilerin güvenilirliği ve sonuçların geçerli biçimde yorumlanması konusunda belirsizlikler bulunduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, verilerin yanlış yorumlanması, kullanıcı gizliliği ve etik riskler de dikkat çeken tartışma konularıdır (Paolucci vd., 2024). Öte yandan, öğrenme analitikleri ve büyük veri uygulamaları aracılığıyla elde edilen süreçsel verilerin, özellikle biçimlendirici (formative) değerlendirme süreçlerinde güçlü bir potansiyel taşıdığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte, bu tür verilerin etik, şeffaf ve bağlama duyarlı biçimde yönetilmesi gerektiği de altı çizilen önemli bir noktadır (Banihashem vd., 2025). Fen eğitimi bağlamında bu tür süreçsel veriler, öğrencilerin kavramsal anlamalarının ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimini daha bütüncül biçimde izleme olanağı sunabilir.

Sonuç olarak, dijitalleşme sürecinde özel eğitim ve ölçme-değerlendirme boyutları fen eğitiminde kalite ve eşitliği doğrudan etkileyen tamamlayıcı unsurlar haline gelmiştir. Kapsayıcı tasarım ilkeleri benimsenmeden geliştirilen dijital çözümler fen öğretiminde fırsat eşitsizliklerini artırabileceği gibi, geçerlik ve güvenilirlik ilkeleri gözetilmeksizin tasarlanan dijital ölçme araçları da öğrencilerin bilimsel düşünme ve süreç becerilerinin doğru değerlendirilmesini engelleyebilir. Bu nedenle fen eğitiminde dijital dönüşümün başarılı olabilmesi için bu iki boyutun bütüncül, sistematik ve birbirini destekleyen bir anlayışla ele alınması gerekmektedir. Dolayısıyla fen eğitiminde dijital dönüşümün başarısı, yalnızca ölçme-değerlendirme ve kapsayıcı tasarım boyutlarının bütüncül biçimde ele alınmasına değil, aynı zamanda sınıf içi uygulamaların niteliğine de bağlıdır. Bu noktada, dijital araçların etkinliklere entegrasyonu hem öğretim süreçlerinin zenginleştirilmesine hem de öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağlamaktadır. İzleyen bölümde, fen eğitimi etkinliklerinde kullanılabilecek çeşitli dijital araçlar ve bunların uygulama örnekleri ele alınacaktır.

2. Fen Eğitimi Etkinliklerinde Dijital Araçlar

21. yüzyılın ilk çeyreğinde dijital teknolojilerin hızlı gelişimi, yaşamın hemen her alanında olduğu gibi eğitim bilimleri alanında da yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Bu bağlamda fen eğitiminin her aşamasına çeşitli teknolojik araçların entegrasyonu hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından önemli ve etkili bir öğrenme unsur olarak değerlendirilmelidir (Maxwell, 2016; McCarthy, 2016).

Türkiye Cumhuriyeti'nin güncel eğitim modeli olan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) incelendiğinde, Fen Bilimleri dersinin 3. sınıftan 8. sınıfa kadar öğretim programında yer aldığı görülmektedir. Fen Bilimleri dersinin genel yapısı incelendiğinde, öğrencilerin sorgulama, genelleme ve problem çözme gibi kavramsal becerilerinin; iletişim ve iş birliği gibi sosyal-duygusal becerilerinin; merak ve analitiklik gibi eğilimlerinin, dijital, veri ve görsel okuryazarlık gibi okuryazarlık becerilerinin; gözlem ve deney yapma gibi alan becerilerinin ve çalışkanlık gibi değerlerinin geliştirilmesini hedefleyen bir yapı üzerine inşa edildiği anlaşılmaktadır (MEB, 2024). Modelde ortaya konulan bu hedefler doğrultusunda, öğretmenlerin öğrencilerin bütüncül gelişimlerini destekleyebilmek için kullanacakları öğretim materyallerinin hem öğretmen açısından işlevsel hem de öğrencilerin gelişimsel özelliklerine ve yaş düzeylerine uygun olması gerektiği söylenebilir.

TYMM kapsamında fen bilimleri derslerinden hareketle, eğitim süreçlerinin dijital araçlar aracılığıyla yeniden yapılandırılmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda, fen eğitimine dijital araçların entegrasyonu, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileriyle donatılmış bireyler olarak yetiştirilmeleri açısından stratejik bir önem taşımaktadır (Lai ve Bower, 2019; Shah, 2023; Ülçay, 2024). Bu doğrultuda, eğitimde teknoloji kullanımının ve dijital araçların sağladığı faydaların ele alınması gerekmektedir. Dijital araçların fen eğitimi süreçlerine entegrasyonu aşağıdaki katkıları sağlamaktadır (Bamiah vd., 2018; Dwivedi, 2018):

- ❖ Öğrencilerin öğrenme yeteneklerini geliştirecek ders planlarının hazırlanmasına olanak tanır.
- ❖ Öğretmen ve öğrencilerin hedef davranış veya kavramlar hakkında güncel bilgilere ulaşmalarını ve bu yapıları takip etmelerini destekler. Hem sınıf içi hem de sınıf dışı uygulamaların erişilebilirliğini artırarak öğrenme süreçlerini esnek hâle getirir.
- ❖ Öğrencilerin öğrenme hızına ve bireysel öğrenme durumlarına uygun yapıların oluşturulmasına katkı sağlar.

- ❖ Öğrencilerin anlık geri bildirim almasını ve gerekli durumlarda öğretmenlerinden veya akranlarından destek edinmesini mümkün kılar.
- ❖ Hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin hedef davranışlar doğrultusundaki verimliliklerini artırır.
- ❖ Öğretmenlerin süreç boyunca başarı oranları, karşılaşılan zorluklar ve öğrenme kalıpları gibi çeşitli verileri kullanarak etkili kararlar almasına imkân sağlar.

Belirtilen katkılar doğrultusunda, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine özgü ve çok yönlü katkılar sağlayabileceği bir eğitimde dijitalleşme süreci, TYMM kapsamında belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesinde önemli bir paydaş olarak değerlendirilebilir (Decuyper ve Vanden Broeck, 2020). Bu bağlamda, TYMM'de dijital dönüşüm uygulamaları sayesinde öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile 21. yüzyıl becerilerini kişiselleştirilmiş deneyimler aracılığıyla geliştirebilecekleri bir öğrenme ortamı sunulmaktadır. Öğretmenler açısından ise, dijital araçlar aracılığıyla sağlanan anlık veriler, öğrenciyi öğrenme süreçlerine aktif biçimde dahil etmeyi ve ölçme-değerlendirme faaliyetlerini daha etkili bir şekilde yürütmeyi mümkün kılmaktadır. Dolayısıyla, TYMM kapsamında hedeflenen çağdaş ve bütüncül alanda donanımlı bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlanabileceği ve öğrencilerin gelecekteki teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilecek dijital okuryazarlık gibi çeşitli beceriler kazanarak ilerleyebileceği söylenebilir (Keçeci ve Kavukçu, 2023; Murteza ve Altun, 2025; Semercioğlu, 2025). Bu doğrultuda hem sınıf içi hem de hibrit öğrenme süreçlerinde kullanılacak çeşitli dijital araçtan bahsedilebilir. Bu araçlar aşağıda verilecek başlıklar altında incelenebilecek olup, her birinin farklı kullanım amacına hizmet edeceği kısa örnek uygulama süreçleriyle yansıtılacaktır:

1. *Kahoot!*: Öğretmenlerin hedef davranışlara yönelik çoktan seçmeli testleri web ortamında oluşturmaya olanak tanıyan bir dijital araçtır. Öğrenciler, paylaşılan bir kod aracılığıyla teste katılır ve doğru yanıt verdikçe en kısa sürede puan kazanır. Bu sistem, öğretmenlerin öğrencilerden anlık veri elde ederek öğrenme sürecini değerlendirmesine imkân sağlar (Wang ve Tahir, 2020).
2. *Quizizz ve Socrative*: Kahoot! ile benzer bir işleyişe sahip olan bu araçlar, öğrenme sürecini oyun temelli ve etkileşimli hâle getirmektedir. Öğretmenler, hedef davranışlara yönelik çeşitli anketler, interaktif testler ve ders materyalleri oluşturabilmektedir. Kahoot!'tan en önemli farkı, öğrencilerin kendi öğrenme hızlarında ilerlemelerine imkân tanınmasıdır.

3. *Mentimeter ve Poll Everywhere*: Öğretmenlerin hedef davranışa yönelik anketler, kelime bulutları ve açık uçlu testler oluşturarak anlık geri bildirim almasını sağlayan bir araçtır. Özellikle kelime bulutlarının kullanımı, öğrenciler arasında tartışma ortamı oluşturarak etkileşimi artırmaktadır (Atan ve Kocasaraç, 2022).
4. *Edpuzzle*: Öğretmenlerin ders içeriklerine uygun videoları etkileşimli hâle getirmesine imkân tanır. Video temelli öğretim süreçlerinde, öğrencilerin pasif konumdan aktif konuma geçmesi sağlanarak öğrenme süreçlerinin etkinliği artırılmaktadır (Mischel, 2018).
5. *Nearpod*: Öğretmenlerin çeşitli paket programlardan hazırladıkları sunumları interaktif hâle getirmesine olanak sağlayan bir araçtır. Ders içeriklerini testler, anketler, çizim etkinlikleri, sanal gerçeklik turları ve ortak çalışma panoları gibi etkileşimli unsurlarla zenginleştirerek öğrencilerin aktif katılımını hedeflemektedir (Sanmugam vd., 2019).
6. *PhET*: Fen bilgisi eğitimi kapsamında soyut kavramları oyun temelli ve simülasyon tabanlı deneyimlerle somutlaştırmaya olanak tanımaktadır. Öğrenciler, sanal deney ortamlarında çeşitli değişkenleri gözlemleyerek güvenli ve tekrarlanabilir deneyler gerçekleştirebilir (Wieman vd., 2010). Bu süreç, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine ve TYMM’de öngörülen 21. yüzyıl becerilerini kazanarak aktif öğrenme deneyimleri edinmelerine katkı sağlar.
7. *Algodoo*: Fizik temelli yapıların iki boyutlu olarak oyun temelli tasarlanmasına imkân tanır. Öğrenciler, daire, kare gibi geometrik şekiller ile motorlar ve zincirler gibi deney malzemeleri kullanarak çeşitli deney ortamları inşa edebilirler. Bu süreç, TYMM kapsamında öğrencilerin problem çözme, analitik düşünme ve yaratıcılık becerilerinin geliştirilmesine hizmet eder.
8. *BioDigital Human*: Öğrencilerin insan bedenini üç boyutlu modeller aracılığıyla keşfetmesini sağlar. Bu araç, TYMM’in birey merkezli öğrenme yaklaşımı çerçevesinde, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkileşimli ve görselleştirilmiş hâle getirerek biyolojik kavramları anlamalarını destekler.
9. *MEL Science VR/AR*: Kimya ve fizik temelli deneyleri sanal ve artırılmış gerçeklik ortamlarına taşıyarak soyut kavramların görselleştirilmesine katkı sağlar. Bu sayede öğrenciler, TYMM’de vurgulanan deneyimsel ve bireyselleştirilmiş öğrenme süreçleri çerçevesinde kavramsal anlayışlarını güçlendirebilirler.

10. *Scratch*: Metin tabanlı programlama yerine sürükle-bırak prensibiyle çalışan blok tabanlı görsel bir programlama dilidir. Öğrenciler, karakterleri hareket ettirerek, ses ekleyerek ve interaktif hikâyeler, oyunlar ya da animasyonlar oluşturarak problem çözme ve mantıksal düşünme becerilerini geliştirebilir (Ortiz-Colon vd., 2016). Bu süreç, TYMM’de öğrencilerin yaratıcılık ve dijital okuryazarlık becerilerinin desteklenmesine katkı sağlar.
11. *Tinkercad*: Blok tabanlı bir yapıyla üç boyutlu modelleme imkânı sunar. Özellikle Arduino ile ilişkilendirilen devre tasarımları ve elektrik sistemleri modellemeleri, öğrencilerin analitik düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmesine katkı sağlar (Yalçın ve Akbulut, 2021). Bu araç, TYMM kapsamında bireyselleştirilmiş ve deneyimsel öğrenme süreçlerine hizmet eder.
12. *Arduino*: Öğrencilerin elektronik devreler tasarlayıp programlamalarına imkân tanıyan bir platformdur (Yalçın ve Akbulut, 2021). TYMM’in teknoloji entegrasyonu ve yaratıcı problem çözme odaklı yaklaşımıyla uyumlu olarak öğrencilerin uygulamalı öğrenme deneyimlerini zenginleştirir.
13. *Google Earth*: Dünya’nın üç boyutlu bir modellemesini sanal ortama taşıyarak öğrencilerin çevresel ve coğrafi faktörlere yönelik düşünme becerilerini geliştirmesine olanak sağlar. Bu süreç, TYMM’de öngörülen eleştirel düşünme ve bilimsel farkındalık öğrenme çıktısını destekler.
14. *Padlet ve Seesaw*: Öğrencilerin fotoğraf, yazı ve çizim gibi çeşitli formatlarda çalışmalarını dijital ortamda paylaşımlarını sağlar (Atan ve Kocasaraç, 2022). Bu sistem hem öğretmenlerin hem de akranların geri bildirim sunmasına imkân tanıyarak TYMM’in etkileşimli ve öğrenci merkezli değerlendirme yaklaşımını destekler.

TYMM kapsamında dijital araçların entegrasyonu, modelin yetkin ve erdemli bireyler yetiştirme hedefine ulaşmasında stratejik bir rol oynamaktadır. Minecraft Education, JigSpace, Makey Makey, ChatGPT, Microsoft Co-Pilot, Moodle, Google Classroom ve Kerbal Space Program gibi çeşitli dijital platformların eğitim süreçlerine dahil edilmesi, öğrenci merkezli ve beceri odaklı bir yaklaşımı destekleyerek TYMM’nin potansiyelini önemli ölçüde artıracaktır. Bu araçların sadece teknik birer yenilik olarak değil, aynı zamanda modelin felsefesiyle bütünleşik bir yaklaşımla ele alınması ve süreçte entegrasyonun pedagojik bir çerçevede planlanması esastır. Bu bağlamda, TYMM kapsamında dijital araçların kullanımını somutlaştıran üç farklı akademik süreç ve bir ders planı örneği aşağıda sunulmuştur:

Örnek Süreç 1: Bir öğretmen, 4. sınıf Fen Bilgisi dersi kapsamında yer alan “*FB.4.3.1. Dünya’nın şekli ile ilgili bilimsel gözleme dayalı tahmin yapabilme*” öğrenme çıktısını gerçekleştirmek amacıyla Google Earth dijital aracından yararlanabilir. Dersin giriş bölümünde öğretmen, Dünya’nın şekline ilişkin tarihsel süreçte ortaya atılmış “yuvarlak” ya da “düz tepsi” gibi farklı görüşlere değinerek öğrencilerin dikkatini derse çeker. Ardından öğrencilerin mevcut görüşlerini alarak onların derse aktif katılımını destekler. Bu sürecin ardından öğretmen, Google Earth uygulamasını açarak öğrencilerin kendi okullarından başlayıp doğuya veya batıya doğru sanal bir yolculuk yapmalarını sağlar. Bu etkinlik aracılığıyla öğrencilerin Dünya’nın eksenini hakkında temel bilgiler edinmeleri ve düz Dünya algısının düzeltilmesi hedeflenir. Sonraki aşamada ise Google Earth üzerinden uygun ayarlamalar yapılarak Dünya’nın dış görünüşü öğrencilere yansıtılır. Böylece öğrenciler, Dünya’nın kutuplardan basık yapısını gözlemleyerek Dünya’nın şeklinin “geoit” olduğuna ilişkin bilimsel görüşleri kavrama fırsatı bulurlar.

Örnek Süreç 2: Bir öğretmen, 7. sınıf Fen Bilgisi dersi kapsamında yer alan “*FB.7.4.1.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayına yönelik bilimsel çıkarım yapabilme*” öğrenme çıktısına yönelik olarak ışığın kırılması sürecini soyut bir yapıdan somut yapıya ulaştırmak için MEL Science uygulamasında bulunan artırılmış gerçeklik modelinden faydalanabilir. Öğrencilerle ilk olarak sınıf içerisinde su dolu bir bardaktan bakıldığında bir silginin görüntüsünün neden farklı gözüktüğüne yönelik bir soru yöneltilir. Tartışma sürecinden elde edilen görüşler doğrultusunda, öğrencilere sunulabilecek tablet kullanım imkanıyla birlikte sanal bir optik deneyi oluşturulur. Bu deney sürecinde öğrencilere MEL Science aracılığıyla bir ışının cam, su, yağ gibi çeşitli ortamlarda izlediği yol üç boyutlu bir şekilde deneyimlendirilir. Ardından öğrencilerin MEL Science aracılığıyla kendi deney ortamlarını oluşturmaları sağlanarak farklı ortamlarda ışınların izlediği yolun gözlemlenmesi sağlanarak ışınları yön değişimlerinin incelenmesi sağlanabilir.

Örnek Süreç 3: Bir öğretmen, 6. sınıf Fen Bilgisi dersi kapsamında yer alan “*FB.6.7.1.1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgulayabilme*” öğrenme çıktısına yönelik Padlet aracılığıyla bir öğrenme süreci geliştirebilir. Süreç içerisinde öğretmen öğrencilere insan-doğa ilişkisi, biyoçeşitlilik, ekosistem gibi çeşitli alt başlıklar altında sorular yöneltilir. Bu sorular doğrultusunda öğrencilerin oluşturacakları gruplara bağlı olarak araştırma süreçleri gerçekleştirilir ve çeşitli görüşlere ulaşılır. Ulaşılan bu görüşlerin her biri Padlet programına girilir ve öğrencilerin birbirlerinin araştırmalarını görme imkânı sağlanarak tartışma ortamı oluşturabilir.

2.1. Örnek Ders Planı: Işık ve Ses Ünitesi-Işığın Yayılması Konusu

Aşağıda, 5. sınıf Fen Bilimleri dersi kapsamında ‘Işığın Yayılması’ konusuna yönelik dijital dönüşümü ön plana çıkaran bir ders planı örneği sunulmaktadır. Ders Planı, 2024 FBDÖP’de yer alan öğrenme çıktısı FB.5.4.1.1 doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu öğrenme çıktısı, “Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde doğrusal bir yol izlediğini gözlem yoluyla açıklayabilmek” biçiminde ifade edilmektedir.

Ders planı hazırlanırken özellikle dijital dönüşüm odaklı araçlar kullanılması amaçlanmıştır. Bu nedenle ders planı ayrıntılandırılmaktan ziyade dijital uygulamaların kullanımına yöneltilmiştir. Böylece öğrencilerin ışığın doğrusal yayılımını yalnızca gözlemlmeleri değil, aynı zamanda PhET simülasyonları, MEL Science VR/AR, Padlet ve Kahoot! üzerinden deneyimlemeleri sağlanmış olacaktır.

Tablo 1 Fen Bilimleri Dersi Işık ve Ses Ünitesi – Işığın Yayılması Konusu Ders Planı (Dijital Dönüşüm Odaklı Uygulama)

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Ünite/Konu	Işık ve Ses / Işığın Yayılması
Sınıf Düzeyi	5. Sınıf
Süre (dk)	40 dk (1 ders saati)
Öğrenme Çıktısı	FB.5.4.1.1 – Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde doğrusal bir yol izlediğini gözlem yoluyla açıklayabilmek
Amaç	Öğrencilerin ışığın doğrusal yayılımını, TYMM’de öngörülen bireyselleştirilmiş ve etkileşimli öğrenme süreçleri çerçevesinde, dijital araçlar kullanarak gözlemleyip açıklayabilmeleri.
Dijital Dönüşüm Bağlamında Araç ve Gereç Kullanımı	- PhET Simülasyonu (Işık ve Gölge) → ışığın yayılımını ve gölge oluşumunu keşfetmek - MEL Science VR/AR → ışığın doğrusal yayılımını artırılmış gerçeklik ortamında görselleştirmek - Padlet → öğrencilerin gözlem sonuçlarını paylaşmak - Kahoot! → anlık ölçme-değerlendirme yapmak

Öğretim Süreci	Giriş (5 dk): Öğretmen, kısa bir PhET simülasyonu örneği gösterir ve ‘Işık nasıl yayılıyor olabilir?’ sorusunu yöneltir. Keşfetme (10 dk): Öğrenciler PhET simülasyonunda ışık kaynağını farklı açılardan konumlandırarak gölge oluşumunu gözlemler. Çıktılarını Padlet’e yüklerler. Açıklama (10 dk): Öğretmen, MEL Science AR uygulaması ile ışığın doğrusal yayılımını üç boyutlu olarak gösterir. Öğrenciler tabletleriyle gözlem yapar ve gözlemlerini sınıfla paylaşır. Derinleştirme (10 dk): Gruplar hâlinde öğrenciler, Padlet üzerinde ortak çizim ve açıklamalarla ışığın doğrusal yayılımını şematik olarak gösterir. Kapanış (5 dk): Kahoot! üzerinden kısa bir dijital değerlendirme yapılır. Öğrenciler günlük yaşamdan örneklerle ışığın doğrusal yayılımını ilişkilendirir.
Değerlendirme	- Süreç Değerlendirme: PhET gözlemleri ve Padlet paylaşımları - Ürün Değerlendirme: MEL Science AR gözlemlerine dayalı çizimler - Anlık Değerlendirme: Kahoot! Sonuçları Bu ders planı, çok boyutlu değerlendirme yaklaşımı benimsenerek oluşturulmuştur.

Bu ders planı, fen eğitiminde dijital dönüşümün olanaklarını bütüncül bir biçimde yansıtmaktadır. Öğrenciler, PhET simülasyonları aracılığıyla ışığın doğrusal yayılımını güvenli bir ortamda keşfetmekte; MEL Science VR/AR uygulaması sayesinde soyut kavramları üç boyutlu ve etkileşimli biçimde gözlemlemektedir. Padlet gibi iş birliği dijital araçlar, öğrencilerin gözlemlerini paylaşmalarına ve ekranlarının farklı bakış açılarını görmelerine imkân sağlamaktadır. Son aşamada kullanılan Kahoot! ise öğrenmenin pekiştirilmesini sağlayarak öğrencilerin sürece aktif katılımını teşvik etmektedir.

Bu yaklaşım, ışığın doğrusal yayılımı gibi öğrenciler için soyut olabilecek bir konuyu hem somutlaştırmakta hem de dijital çağın gerekliliklerine uygun şekilde öğretim sürecine entegre etmektedir. Böylece öğrenme deneyimi yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmamakta; gözlem, keşfetme, iş birliği ve değerlendirme basamaklarını içeren bütüncül bir yapıya kavuşmaktadır. Bu süreç, öğrencilerin yeni bilgileri mevcut zihinsel şemalarıyla ilişkilendirmelerine olanak sağlayarak anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine de katkıda bulunmaktadır (Ausubel, 1968).

Ayrıca plan, yukarıda tanıtılan dijital araçların bütüncül bir derste nasıl konumlandırılabilirliğini ve her aşamaya gömülü süreç/ürün ile anlık değerlendirmenin nasıl yürütülebileceğini gösterir. Devamında, bu tasarımları sürdürülebilir kılmaya dönük dijital ölçme-değerlendirme ilkeleri, araçları ve örnekler ayrıntılandırılacaktır. Dijital araçların bu çok yönlü katkıları, yalnızca öğretim süreçleriyle sınırlı değildir. Ölçme ve değerlendirme boyutunda da dijitalleşme, öğrenmenin niteliğini artıran ve süreç odaklı geri bildirim mekanizmalarını güçlendiren bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

3. Fen Eğitiminde Ölçme ve Değerlendirme Sürecinde Dijital Araçlar

Dijital teknolojilerin eğitime entegrasyonu sürecinde yalnızca öğrenme süreci değil, aynı zamanda ölçme ve değerlendirme süreçlerinin de değişen dünyanın koşullarına uyum sağlaması büyük önem taşımaktadır (Herrington vd., 2010). Bunun temel nedeni, dijital çağın hızla gelişmesiyle birlikte eğitim sistemlerinde öğrenci merkezli ve esnek yaklaşımların giderek daha fazla önem kazanmasıdır. Bu bağlamda dijital değerlendirme uygulamaları, öğrencilerin ders kapsamında herhangi bir soruya verdikleri yanıtların anında tespit edilmesini ve hızlı geri bildirim sağlanmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca sınıf düzeyinde değil bireysel ölçme olanağı sunmakta ve öğrencilerin yalnızca tek bir davranış üzerinden değil, hedeflenen öğrenme çıktılarıyla ilişkili çok yönlü bir biçimde değerlendirilmelerine imkân tanımaktadır (Bennett, 2002).

Dijital dönüşümün ölçme ve değerlendirme süreçlerine yansıtılması, TYMM ile doğrudan ilişkili bir yapı olarak değerlendirilebilir. TYMM kapsamında Fen Bilimleri dersi incelendiğinde, öğrencilerin farklı öğrenme hızlarına ve öğrenme stillerine uyarlanabilir bir yapının öngörülmesi, dijital değerlendirme süreçlerinin entegrasyonunu destekleyen önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır (MEB, 2024). Bu bağlamda, Fen Bilimleri derslerinde dijital ölçme ve değerlendirme uygulamalarının kullanılması; bireyselleştirilmiş öğrenmenin desteklenmesine, anında geri bildirim sağlanmasına ve öğrencilerin yalnızca tek boyutlu değil bütüncül bir biçimde değerlendirilmesine katkı sunarak, öğrencilerin çok yönlü gelişimlerinin desteklenmesine olanak tanımaktadır. Belirtilen bu entegrasyonun gerçekleştirilmesi için çeşitli başlıklar altında değerlendirme gerçekleştirilebilir. Bu bölüm kapsamında oyun temelli değerlendirme, simülasyon temelli değerlendirme, mobil araçlarla değerlendirme, e-portfolyo ve yapay zekâ temelli değerlendirme kavramı fen bilgisi dersiyle ilişkili bir yapıda ele alınacaktır.

3.1. Oyun Temelli Değerlendirme

Günümüzde bilgisayar, mobil cihazlar ve benzeri dijital araçların kullanımının hızla artmasına paralel olarak, pek çok dijital ürün geliştirici ve eğitimci çeşitli dijital oyunlar tasarlamaya başlamıştır. Bu oyunlar, bireylerin farklı becerilerine odaklanmanın yanı sıra, bütüncül gelişimi destekleyen ve birden fazla süreci bütünleştiren sistematik yapılar olarak geliştirilmektedir. Bu doğrultuda, eğitici oyunların geliştirilmesi kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir. Eğitici oyunlar; her yaş grubundan bireylerin hedeflenen davranışlar doğrultusunda bilgi, beceri ve tutumlarını geliştirmeyi ve desteklemeyi amaçlayan öğrenme süreçlerini içeren oyunlar bütünü olarak tanımlanabilir. Ayrıca, bu oyunların geliştirilme süreçleri ve hedef davranışlarla uyumlu biçimde tasarlanması, oyun temelli değerlendirme yaklaşımlarının da dijital oyunları kapsayan bir yapıya dönüşmesine katkı sağlamaktadır.

Oyun temelli değerlendirme, öğrencilerin eğitsel amaçlarla oynadıkları dijital oyunlarda sergiledikleri hedef davranışların, onların daha aktif olmalarını ve kaygı düzeylerinin azalmasını sağlayacak şekilde değerlendirilmesine imkân tanıyan bir yaklaşımdır. Ayrıca bu yöntem, öğrencilerin geçmişten gelen geleneksel değerlendirme süreçleriyle karşılaştırılmasına katkı sunmaktadır (Mavridis ve Tsiatsos, 2017). Bununla birlikte, oyun temelli değerlendirme sayesinde öğrencilerin kendilerini sınav ortamından ziyade gündelik yaşam içinde hissedebilecekleri, bu durumun da motivasyon ve katılımlarını artırabileceği ifade edilebilir. TYMM kapsamında ise bu yapı ele alındığında ise, oyun temelli değerlendirme ile bütüncül gelişimin desteklenebileceği ve fen eğitimi bazında bakıldığında ise öğrencilerin çeşitli deneysel süreçleri deneyimleyebileceği, problem çözme ve bilimsel düşünme becerilerinin de desteklenebileceği söylenebilir. Bu kapsamda, Değerlendirme Süreci 1 kapsamında belirtilen değerlendirme yöntemine ilişkin bir örnek sunulmuştur.

Değerlendirme Süreci 1: Bir öğretmen, “*FB.3.4.1. Çevresindeki maddeleri hâllerine göre sınıflandırabilme*” öğrenme çıktısı kapsamında, öğrencilerine Minecraft Education adlı bilgisayar oyununu kullanarak etkileşimli bir öğrenme süreci tasarlayabilir. Öğretmen, oyun içinde oluşturacağı bir haritada katı maddeleri temsil eden bloklardan, sıvıları temsil eden su gibi oyun içi materyallerden ve atmosferi temsil eden alanlardan faydalanarak öğrencilerin katı, sıvı ve gaz kavramlarını deneyimlemelerini sağlayabilir. Öğrencilere harita üzerinde gözlem yapmaları için çeşitli işaretler veya tablolar sunulmakta; öğrencilerden oyun içi materyalleri gözlemleyerek ilgili hâllerine göre sınıflandırmaları istenmektedir. Öğretmen, bu süreç boyunca

öğrencilerin performansını, oyun içinde geliştirebileceği bir gözlem formu aracılığıyla izleyerek değerlendirme sürecini gerçekleştirebilir.

3.2. Simülasyon Temelli Değerlendirme

Simülasyon, gerçek dünyada var olan bir yapının (sistem, süreç, olay vb.) çeşitli dijital veya fiziksel modeller aracılığıyla taklit edilmesi sürecidir. Simülasyon temelli değerlendirme ise, öğrencilerin hedef davranışa yönelik durumlara ulaşırken karşılaşılabilecekleri güçlükleri veya gerçek hayatta uygulamada ortaya çıkabilecek olası zorlukları ortadan kaldırmayı amaçlayan, gerçek durumu yansıtacak şekilde tasarlanmış bir değerlendirme sistematığıdır (Gündeğer, 2021). Bu değerlendirme sürecinde, öğrencilere gündelik yaşamı yansıtacak hedef davranışlar sunulmasının yanı sıra, daha karmaşık yapılar da öğrencilere aktarılmakta ve böylece onların bütüncül gelişimlerinin desteklenmesi sağlanmaktadır. Simülasyon temelli değerlendirme hazırlanırken hem bireysel hem de grup etkinliklerine uygun olacak şekilde tasarım yapılması gerekmektedir. McGaghie ve Issenberg (2009) bu süreci şu aşamalarla açıklamaktadır:

1. Sunum aşamasında, öğrenciye hedef davranışa yönelik bir problem durumu sunulmalıdır.
2. Cevaplama aşamasında, öğrencinin düzeyine uygun cevaplama süreçleri belirlenmeli ve öğrenciden bu süreçlere yönelik yanıtlar alınmalıdır.
3. Cevaplama süreciyle eş zamanlı olarak, öğrenciden elde edilen veriler kaydedilmelidir.
4. Elde edilen veriler, kontrol listesi, rubrik gibi çeşitli araçlar kullanılarak puanlanmalıdır.
5. Elde edilen puanlar, hedef davranış özelinde bütüncül bir şekilde değerlendirilmelidir.

Belirtilen bu yapılar doğrultusunda, TYMM kapsamında fen eğitiminde simülasyon temelli bir değerlendirmenin öğrencilerin bütüncül gelişimini destekleyeceği söylenebilir. Bu değerlendirme türü kapsamında, problem çözme süreçlerinin çeşitli deneysel etkinliklere yansıtılabilmesi, öğrencilere birbirleriyle etkileşim kurabilecekleri bir ortam sunulması ve öğretmenlerin öğrencileri esnek bir şekilde değerlendirebilme imkânına sahip olması, TYMM ile simülasyon temelli değerlendirmenin etkin bir şekilde entegre edilebileceğini göstermektedir. Bu kapsamda, Değerlendirme Süreci 2 kapsamında belirtilen değerlendirme yöntemine ilişkin bir örnek sunulmuştur.

Değerlendirme Süreci 2: Bir öğretmen, “*FB.8.4.1.2. Sesin yayılabildiği ortamlara yönelik deney yapabilme*” öğrenme çıktısı kapsamında, PhET aracılığıyla oluşturduğu sanal laboratuvar ortamında öğrencilerle uzay boşluğunda sesin yayılımını inceleyebilir. Süreçte öğretmen, PhET ortamında havayı kaldırıp geri getirerek, ses dalgalarının oluşumunu ve yayılım biçimini gözlemlemeye olanak tanıyan bir inceleme süreci yürütebilir. Bu yaklaşım, öğrencilerin sesin yayılımına yönelik mekânsal koşulları deneyimleyerek anlamalarını sağlamaktadır.

3.3. E-Portfolyo

Portfolyolar, öğrencinin belirlenen hedef davranışlar çerçevesinde sahip olduğu bilgi ve becerileri çeşitli belge ve ürünlerle bir araya getirerek oluşturduğu bir dosya biçimi olarak tanımlanabilir (Jenson ve Treuer, 2014). Portfolyolar, öğrencilerin eleştirel düşünme, yansıtma, yaratıcı düşünme, aktif katılım ve sunum gibi çeşitli becerilerini sergilemelerine imkân tanıyan bir değerlendirme aracıdır (Nguyen ve Ikeda, 2015; Barrett, 2000; Abdullah vd., 2021). Bu bağlamda, portfolyoların, ele alınan hedef davranış kapsamında öğrencilerin bütüncül gelişimini destekleyen sistematik bir yapı sunduğu ifade edilebilir. TYMM kapsamındaki fen eğitiminde portfolyo sistematığının entegrasyonu açısından bakıldığında ise öğrencilerin çeşitli proje çalışmalarının, deneysel çalışmalarının belgelenmesine ve sistematik olarak derlenmesiyle öğrencilerin gelişimlerinin gözlenmesi açısından önem arz ettiği ifade edilebilir. Buna bilişsel beceriler dışında baktığımızda ise öğrencilerin gerçekleştirdikleri süreçlerle birlikte merak gibi çeşitli eğilimlerinde gözlenebileceği ve bu doğrultuda da öğrencilerin ilgi alanlarına yönelik esnek değerlendirme süreçleri geliştirilmesi katkı sağlanabileceği söylenebilir.

Günümüz eğitim koşulları dikkate alındığında, geleneksel portfolyo sisteminin sınıf ortamında uygulanmasında dosyaların korunması, saklanması ve güncellenmesi gibi çeşitli sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu sınırlılıklar, e-portfolyo uygulamalarının önemini artırmıştır (Gündeğer, 2021). Öğretmenler, MEB tarafından geliştirilen e-portfolyo sistemi aracılığıyla öğrencilerin gerçekleştirdiği faaliyetleri sisteme yükleyerek onların gelişim süreçlerini sistematik biçimde takip edebilmektedir. Bu süreçte öğretmenler, hedef davranışlara odaklanarak değerlendirme e-portfolyosu, farklı alanlardaki ürünleri ortaya koyan vitrin e-portfolyosu veya öğrencilerin zaman içerisindeki gelişimlerini izlemeye imkân sağlayan gelişim e-portfolyosu oluşturabilmektedir (Alexiou ve Paraskeva, 2010). Ayrıca, portfolyo uygulamalarında dikkat edilmesi gereken bazı ölçütler

bulunmaktadır. Gronlund ve Waugh'a (2009) göre bu ölçütler şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Ürünler, hedef davranışlarla uyumlu olmalı ve farklı türlerde çeşitlilik göstermelidir.
2. Ürünler, hedef davranışa uygun ölçütler temelinde seçilmeli; gerekli durumlarda öğrencinin ürün seçim sürecine aktif katılımı sağlanmalıdır.
3. Ürünler hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirme sürecine dâhil edilmelidir. Böylece öğrenme sürecine ilişkin çıktılar, öğretmen ve öğrenci tarafından eşgüdümlü olarak izlenebilir.

Belirtilen bu ölçütler, TYMM kapsamında fen eğitiminin yapısıyla doğrudan örtüşmektedir. Özellikle öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmesi ve esneklik ilkesini desteklemesi açısından dikkat çekicidir. Bu bağlamda, Değerlendirme Süreci 3 kapsamında yer verilen değerlendirme yöntemine ilişkin somut bir uygulama örneği sunulmuştur.

Değerlendirme Süreci 3: Bir öğretmen “*FB.5.6.1.2. Şemasını çizdiği elektrik devresine uygun deney yapabilmek*” öğrenme çıktısı kapsamında bir portfolyo oluşturmak istediğinde ilk olarak öğrencinin gerçekleştirilen eğitim süreçlerinde oluşturduğu elektrik devrelerinin ya da elektrik devresi şemalarının fotoğraflarını çekerek e-portfolyo sistemine yükler. Buna ek olarak, öğretmen elektrik devresinin çalıştığı anları videoya alarak kaydederek de e-portfolyo sistemine yükleme gerçekleştirebilir. Fotoğraf ve video sürecinin tamamlanmasının ardından öğretmen öğrenciye oluşturduğu elektrik devresi ve şeması hakkında çeşitli sorular yönlendirir, öğrencinin yanıtlarını not alarak e-portfolyo dosyasına ekler. Bu doğrultuda öğretmen hem süreç hem de sonuç hakkında bilgi sahibi olarak öğrencinin süreç odaklı değerlendirilmesini sağlar.

3.4. Mobil Araçlarla Değerlendirme

Günümüzde mobil cihazların ve mobil servislerin gelişmesi, eğitim alanında da mobil değerlendirme süreçlerinin artmasına sebep olmuştur. Bu doğrultuda öğrenciler ister evde ister okulda, isterse de sokakta eğitim süreçlerine devam edebilmektedir (Gündeğer, 2021). Öğrenciler süreç içerisinde mobil cihazlar aracılığıyla erişebildikleri eğitsel kaynaklarda öğrendikleri bilgileri, yine eğitim için kullandıkları araç ya da hedef davranışa yönelik farklı bir mobil uygulama ile kendi öğrenmelerini değerlendirebilmektedirler (Ally, 2009). Bu değerlendirme sürecinde öğrenciler elde ettikleri sonuçlara göre kendi öğrenmelerini şekillendirerek kendi hızlarında öğrenme imkânı da kazanmaktadır. Bunun yanı sıra, mobil

öğrenme süreci bir öğretmenin denetiminde de gerçekleşebilmektedir. Bu kapsamda öğretmenler, öğrencileri herhangi bir konum üzerinden değerlendirme sonuçlarını inceleyerek onlara uzaktan da olsa dönüt sağlayabilmektedir (Gündeğer, 2021).

TYMM kapsamında fen bilgisi eğitimi ele alındığında, öğrencilerin kişiselleştirilmiş öğrenme imkânlarına sahip olmaları açısından bu yaklaşımın önemli katkılar sunduğu söylenebilir. Öğrencilerin çeşitli mobil araçlar aracılığıyla kavramsal öğrenme süreçlerinin izlenebilmesi ve öğretmenin anında dönüt sağlayarak bireysel öğrenme ihtiyaçlarını destekleyebilmesi, sürecin etkililiğini artırmaktadır. Bu bağlamda, M-Quiz, Moodle ve Poddle gibi farklı mobil öğrenme araçlarının fen eğitimi sürecine entegre edilmesi, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmeye olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, Değerlendirme Süreci 4 kapsamında yer verilen değerlendirme yöntemine ilişkin somut bir uygulama örneği sunulmuştur.

Değerlendirme Süreci 4: Öğretmen, “*FB.7.7.2.1. Kaynakların tasarruflu kullanımının önemini sorgulayabilme*” öğrenme çıktısı kapsamında öğrencilere ev ortamında doğal kaynak kullanımını izlemeye yönelik bir ödev vermiştir. Bu bağlamda öğrencilerden, evlerinde tükettikleri elektrik ve su gibi kaynaklara ilişkin verileri telefonlarında bulunan uygulamalar aracılığıyla kaydetmeleri, israfa yol açan durumları belirlemeleri ve bu durumları önlemek için geliştirdikleri çözüm yollarını not etmeleri istenebilir. Böylelikle öğretmen, öğrencilerin doğal kaynakların kullanımına yönelik tutum ve davranışlarını otantik bir biçimde değerlendirme olanağına sahip olacaktır.

3.5. Yapay Zekâ Temelli Değerlendirme

Yapay zekâ, dijital çağın en hızlı gelişen teknolojilerinden biri olarak yalnızca günlük yaşamda değil, eğitim alanında da entegrasyonu giderek önem kazanan bir yapı haline gelmiştir (Yüzüak ve Nalbantoğlu Yılmaz, 2025). 2025 yılı itibarıyla yapay zekâ araçlarının özellikle eğitimde ölçme ve değerlendirme süreçlerinde etkin bir biçimde kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bu araçların kullanım alanları incelendiğinde, soru performansının izlenmesi, yeni soruların üretilmesi, otomatik puanlama yapılması, öğrencilere geri bildirim sağlanması, hedef davranışa yönelik ürün hazırlama, ödev ve performans değerlendirmelerinin yürütülmesi ile madde analizlerinin gerçekleştirilmesi gibi çok çeşitli işlevlere hizmet ettiği dikkat çekmektedir (Shah, 2023).

TYMM kapsamındaki fen eğitimi açısından değerlendirildiğinde, yapay zekâ araçları öğrencilerin kişisel değerlendirmelerine katkı sağlamakta, bireysel farklılıkların belirlenmesine imkân tanımakta ve bu doğrultuda öğrenme

süreçlerinin şekillendirilmesine olanak sunmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin gelişmelerinin bütüncül bir biçimde izlenmesine katkıda bulunarak öğretim sürecinin daha sistematik ve esnek yürütülmesine zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ araçlarının ölçme ve değerlendirme süreçlerine dahil edilmesi, TYMM'nin öngördüğü esneklik, kişiselleştirilmiş öğrenme ve öğrenci merkezlilik ilkelerinin hayata geçirilmesini desteklemektedir. Sürece entegre edilebilecek yapay zekâ araçları arasında ChatGPT, Google Gemini, Microsoft Co-Pilot ve Writesonic gibi uygulamalar yer almakta olup, bu araçlar fen eğitimi kapsamında hem kavramsal öğrenmeyi hem de ölçme-değerlendirme süreçlerini güçlendirecek bir potansiyel taşımaktadır gelmiştir (Yüzüak ve Nalbantoğlu Yılmaz, 2025). Bu bağlamda, Değerlendirme Süreci 5 kapsamında yer verilen değerlendirme yöntemine ilişkin somut bir uygulama örneği sunulmuştur.

Değerlendirme Süreci 5: Bir öğretmen, öğrencilerine “*FB.4.2.1. Besin içeriklerini ayırt etmek için deney yapabilme*” öğrenme çıktısı kapsamında bir test hazırlamıştır. Bu süreçte öğretmenin hazırladığı maddeler yapay zekâ araçları aracılığıyla incelenebilir. Örneğin, “deney tasarlama” becerisine yönelik hazırlanmış sorular Google Gemini gibi yapay zekâ tabanlı sistemlere aktarılabilir ve bu soruların yapı geçerliliği, konuya uygunluğu, dil bilgisi açısından doğruluğu ve uzman görüşüyle uyumluluğu gibi ölçütler bağlamında geri bildirim alınabilir. Bu doğrultuda öğretmen, elde edilen geri bildirimleri dikkate alarak soruları yeniden gözden geçirebilir ve gerekli düzenlemeleri yaparak ölçme aracının geçerlilik ve güvenilirliğini artırabilir.

Yukarıda belirtilen ölçme ve değerlendirme süreçleriyle birlikte TYMM kapsamındaki fen bilgisi dersinin dijital entegrasyona çok yönlü şekilde uygun olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca öğrencileri sadece bilişsel süreçlerinin değil, aynı zamanda sosyal-duygusal becerilerinin, değerlerinin de gelişmesine katkı sağlanabileceği söylenebilir. Bu doğrultuda, dijital araçların birer öğrenme materyalinden çok öğrencilerin yetkin birey olma konusundaki bir paydaşı olarak görülmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, dijital dönüşümün fen eğitiminde etkili biçimde gerçekleştirilebilmesi yalnızca ölçme-değerlendirme süreçleriyle sınırlı değildir. Kapsayıcı ve erişilebilir öğrenme ortamlarının sağlanması, özellikle özel gereksinimli öğrencilerin eşit katılımını garanti altına almak açısından kritik bir boyut olarak öne çıkmaktadır.

4. Özel Eğitim Perspektifinden Fen Eğitiminde Dijital Dönüşüm

Özel gereksinimli öğrenciler, farklı yetersizlikleri temsil eden şemsiye bir kavram olarak kullanılmakta; özel gereksinimli öğrenciler şemsiyesi

altında farklı tanıları olan bireylerden söz edilmektedir. En sık rastlanılan tanı grupları arasında ise zihin, görme, işitme yetersizliği; dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), özel öğrenme güçlüğü, otizm spektrum bozukluğu (OSB) ve özel yetenekli öğrenciler yer almaktadır (American Psychiatric Association [APA], 2013; MEB, 2018). Erken yaşta tanılanan özel gereksinimli öğrenciler, tipik gelişen akranları gibi sistematik eğitim süreçlerine ihtiyaç duymaktadır fakat bu bireylerin eğitim gereksinimleri, tipik gelişen öğrencilerden çeşitli yönleriyle farklılaşmaktadır (Akhanlı vd., 2024). Gelişimsel özellikleri nedeniyle daha yoğun ve bireyselleştirilmiş eğitime gereksinim duyan özel gereksinimli öğrenciler, uygun eğitim müdahaleleri aracılığıyla belirli gelişimsel hedeflere ulaşabilmektedir (Kolbina vd., 2023). Eğitim sürecinde sağlanan desteklerle bu öğrenciler, üst düzey bilişsel, sosyal ve akademik beceriler geliştirme potansiyeline sahiptir (Parsons ve Platt, 2017).

Yaşadığımız bu çağda bilgiye erişim ve bilgiyi kullanabilme becerileri, eğitim sistemlerinin temel amaçları arasında yer almaktadır. Eğitim yalnızca mevcut bilgilerin öğrencilere aktarılması değil, aynı zamanda onların araştırma yapma, bilgiyi sorgulama ve yeni bilgi üretme kapasitelerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi, üst düzey bilişsel süreçlerin geliştirilmesine bağlıdır. Ezberci öğrenme yerine kavrayarak öğrenme, problem çözme ve bilimsel süreç becerilerini etkin kullanabilme, çağdaş eğitimin öncelikli çıktıları arasında görülmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin analitik düşünme, sorgulama ve problem çözme becerilerini geliştirmede en etkili derslerin başında fen eğitimi gelmektedir (Kaptan, 1998; Sharon ve Baram-Tsabari, 2020).

Fen eğitimi; yapısı gereği sorgulayıcı, deneysel ve problem çözmeye dayalıdır fakat bu süreçler özellikle özel gereksinimli öğrenciler için çeşitli zorluklar barındırmaktadır. Örneğin fen eğitiminin bilişsel performans gerektirmesi, fen alanının soyut kavramlarının derslerin içeriğinde bulunması, zihinsel yetersizliği olan öğrencilerin bilgiyi işleme kapasitelerini olumsuz yönde etkilemekte ve bu derste güçlükler yaşamalarına sebep olmaktadır. Benzer durum OSB, özel öğrenme güçlüğü, işitme ve görme yetersizliği olan öğrenciler için de geçerlidir (Brigham vd., 2011). Bununla birlikte genel eğitim ortamlarında fen bilimleri derslerine katılan özel gereksinimli öğrenciler, tipik gelişen akranlarından da önemli derecede daha düşük performans göstermektedirler (National Center for Education Statistics, 2019). Yapılan araştırmalar hem fen eğitimi içeriğinin hem de eğitim materyallerinin özel gereksinimli öğrencilere uygun hale getirilebilmesi için belirli uyarlamalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Browder vd., 2012; Jimenez vd., 2009). Ayrıca deneylere katılım, soyut kavramların

anlaşılması ve kavramsal bilgilerin kalıcı hale getirilmesinde yaşanan sınırlılıklar, fen öğretiminin bireyselleştirilmiş ve erişilebilir öğrenme ortamlarıyla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu noktada dijital teknolojiler, özel eğitimde fen öğretiminin görselleştirilmiş, erişilebilir ve etkileşimli hale getirme potansiyeline sahiptir (Dheesha, 2021; Mikropoulos ve Iatraki, 2023).

Eğitim sistemlerinde iletişim ve bilgi teknolojilerinin entegrasyonu ile öğrenme-öğretme süreçlerinin yeniden oluşturulmasına karşılık gelen dijital dönüşüm; özel eğitimde fen eğitime ve öğretime birçok katkı sağlamaktadır (Al Husaeni ve Wahyudin, 2023). Özel gereksinimli öğrencilerle çalışan öğretmenler; öğrencilerinin derslere ve süreçlere yönelik katılımlarını desteklemek, öğrencilerini motive etmek ve öğrencilerinin yetersizliklerine ilişkin eksikliklerini en aza indirmek için genel olarak teknolojiye dayanarak yararlanmaktadırlar. Yapılan çalışmalar dijital teknolojilerin özel gereksinimli öğrencilerin sosyal iletişim ve etkileşim becerilerini, motivasyonlarını ve odaklanmalarını ve bunların yanı sıra akademik becerilerini de desteklediğini göstermektedir (Harish vd., 2013). Fen eğitimi boyutunda ise dijital dönüşümün; erişilebilirlik, bireyselleştirilmiş öğrenme-öğretme, somutlaştırma ve görselleştirme, genelleme, etkileşim ve motivasyon alanlarında çeşitli derecelerde katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Erişilebilirlik açısından bakıldığında dijital teknolojiler, özel gereksinimli öğrencilere birçok yönden katkı sağlamaktadır. Örneğin, işitme yetersizliği olan öğrenciler için işaret dili entegrasyonu, görme yetersizliği olan bireyler için ise sesli betimlemeler ve ekran okuyucu uyumluluğu gibi özellikler öğrenme sürecini daha kolay hale getirmektedir. Buna ilaveten sanal laboratuvar uygulamaları da fiziksel engeli bulunan öğrencilerin güvenli biçimde deneysel süreçlere katılımını mümkün kılmaktadır (Al-Azawei vd., 2016). Fen eğitiminde soyut kavramlarla işlemlerin yapılması ve öğrenilmesi, özel gereksinimli öğrenciler için daha da zorlayıcı olabilmektedir. Buna yönelik olarak AR, dijital hikâye kullanımı, üç boyutlu modelleme ve etkileşimli simülasyonlar, bu kavramların görselleştirilmesine ve daha kolay bir şekilde öğrenilmesine olanak tanımaktadır (Ibáñez ve Delgado-Kloos, 2018). Ayrıca zihin yetersizliği ve OSB olan öğrenciler için karmaşık süreçlerin adım adım ve görsel desteklerle sunulması, öğrenmenin kalıcılığını artırmaktadır (Desideri vd., 2021). Dolayısıyla özel gereksinimli öğrencilerin farklı düzeylerde güçlükler yaşadığı genelleme, somutlaştırma ve görselleştirme alanları bunlarla birlikte daha iyi bir hale getirilebilmektedir. Dijital dönüşüm, bireysel farklılıkları da göz önünde bulundurarak uygun öğretim materyallerinin geliştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Akıllı öğrenme sistemleri ve uyarlanabilir yazılımlar, özel gereksinimli öğrencilerin öğrenme

performansına ve hızına göre içeriği yeniden düzenleyebilmekte, böylece bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimi sunmaktadır (Holmes vd., 2019). Bu durum, bireyselleştirilmiş öğrenmeye katkı sağlayarak özel gereksinimli öğrencilerin güçlü yönlerine dayalı öğrenme yolları oluşturulmasına da zemin hazırlamaktadır. Son olarak VR, oyun tabanlı öğrenme, çeşitli mobil teknolojiler ve etkileşimli dijital materyaller özel gereksinimli öğrencilerin fen eğitimi derslerine katılımlarını ve motivasyonlarını artırmaktadır (Chang ve Hwang, 2019). Özellikle DEHB ve OSB olan öğrenciler için kısa süreli, görsel ve işitsel açıdan zenginleştirilmiş etkinlikler öğrenme sürecinin daha etkili yürütülmesine önemli ölçüde katkılar sağlamaktadır. Genel olarak dijital dönüşüm, multimedya, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının yanı sıra e-metinler, oyunlar ve simülasyonlar gibi çeşitli uygulamalar da özel eğitimde akademik becerilerin edinilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamlar göz önünde bulundurularak, fen eğitiminde dijital dönüşüm temel alınarak özel gereksinimli öğrencilere yönelik bir öğretim süreci aşağıda özetlenmiştir.

Sınıfında kaynaştırma öğrencisi bulunan bir sınıf öğretmeni dördüncü sınıf Fen Bilimleri dersi kapsamında yer alan “*FB.4.2.1. besin içeriklerini ayırt etmek için deney yapabilmek*” öğrenme çıktısını gerçekleştirmek hedefiyle sanal laboratuvar ve artırılmış gerçeklik uygulamalarından faydalanabilir. Dersin başlama aşamasında öğretmen, öncelikle öğrencilerin hazırbulunuşluklarına göre dikkatlerini konuya çekmeye çalışır. Öğrencilere “Bir gün boyunca sadece tek bir yiyecek yemek zorunda kalsaydınız, hangisini seçerdiniz?” ya da “Kim bana en sevdiği yiyeceği söylemek ister?” sorusunu yönelterek dikkatlerini çeker. Öğrencilerden gelen tepkiler ve yanıtlarla birlikte öğretmen, “Bu yiyecekler vücudumuza neler kazandırır, neleri eksik bırakır?” sorusuyla tartışmayı derinleştirir. Ardından öğretmen, öğrencilerin en çok değindikleri yiyecekleri baz alarak sanal laboratuvar uygulamasını açar. Ekmek, makarna ve balık kraker gibi besinlerde karbonhidrat, protein, yağ ve suyun varlığını gösterebilecek deneyleri öğrencilerle birlikte yürütür. Yetersizlik türlerine göre uyarlanacak olursa, görme yetersizliği olan öğrenciler için deney adımları sesli betimlemelerle, işitme yetersizliği olan öğrenciler için işaret dili ve altyazı desteğiyle sunulur. Zihin yetersizliği ve OSB olan öğrenciler için deneyin her adımı artırılmış gerçeklik uygulaması ile görselleştirilerek basit yönergeler eşliğinde sunulur. DEHB ve özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için sesli ve görsel açıdan zengin, kısa süreli etkileşimli dijital oyunlar (eşleştirme, sürükle-bırak) kullanılabilir. Özel yetenekli öğrenciler ise sonraki süreçte sağlıklı yaşam temalı dijital içerikler, mobil oyun veya mini animasyon geliştirmeleri için yönlendirilebilirler. Deney sonuçlarının ardından tüm öğrenciler gruplar hâlinde topladıkları verileri tartışır.

“Besinlerde farklı farklı içerikler bulunur ve bunların her birinin vücudumuzda farklı işlevleri vardır.” genellemesine ulaşırlar. Son aşamada ise öğrencilerden dijital araçlar kullanarak sağlıklı bir günlük menü tasarlamaları istenebilir. Böylelikle öğrenciler hem besinlerin işlevlerini kavramış olur hem de sağlıklı yaşam için dengeli beslenmenin önemini fark ederler. İlerleyen zamanlarda kalıcılığı sağlamak için genelleme çalışmaları yapılabilir.

Dijital dönüşümün ortaya çıkarttığı ve sunduğu imkânlarla rağmen uygulama noktasında bazı sınırlılıkların ve eksikliklerin olduğu göze çarpmaktadır. Okullardaki ve diğer eğitim kurumlarındaki donanım ve yazılım eksiklikleri, öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliliklerinin ve eğitimlerinin sınırlı olması ve ailelerin teknolojik araçlara erişiminde yaşanan eşitsizlik durumları bu sürecin önündeki temel engelleri oluşturmaktadır (Ertmer ve Ottenbreit-Leftwich, 2010; Özdemir ve Göztürk, 2023). Ayrıca mevcut dijital içeriklerin çoğu, Evrensel Tasarım İlkelerine yeterince uygun olarak hazırlanmadığından dolayı özel gereksinimli öğrencilerin ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayamamaktadır. Dolayısıyla süreç içerisinde karşılaşılan engellerin; çeşitli desteklerle, ileride yapılacak bilimsel araştırmalarla ve uygulama boyutunun iyileştirilmesiyle giderilmesi önem arz etmektedir.

Genel olarak özel eğitim perspektifinden değerlendirildiğinde dijital dönüşüm, fen eğitiminde erişilebilirlik, bireyselleştirme ve etkileşim açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Fakat bu dönüşümün sürdürülebilirliği için öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliliklerinin artırılması, öğretmenlere konu ile ilgili çeşitli eğitimler verilmesi, ailelerin bilgilendirilmesi, teknolojik altyapının güçlendirilmesi ve Evrensel Tasarım İlkelerine dayalı dijital içeriklerin geliştirilmesi gerekmektedir. İleride yapılacak araştırmaların, dijital dönüşüm uygulamalarının özel gereksinimli öğrencilerin fen öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini incelemesi, alana yönelik daha kapsamlı eğitim politikalarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abdillah, I., Kartimi, K., & Gloria, R. Y. (2021). Instagram assisted portfolio assessment to improve students' creative thinking skills. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 10(1), 83–96. <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v10i1.7451>
- Ainscow, M. (2005). Developing inclusive education systems: What are the levers for change? *Journal of Educational Change*, 6(2), 109–124. <https://doi.org/10.1007/s10833-005-1298-4>
- Akhanlı, M., Tama, G., & Bülbül, M. (2024). Özel gereksinimli öğrencilerde bireyselleştirilmiş eğitim. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(107), 979-988. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11405475>
- Al Husaeni, D. F., & Wahyudin, W. (2023). Digital transformation in special needs education: Computational bibliometrics. *ASEAN Journal of Community and Special Needs Education*, 2(2), 97-110.
- Al-Azawei, A., Serenelli, F., & Lundqvist, K. (2016). Universal Design for Learning (UDL): A content analysis of peer reviewed journals from 2012 to 2015. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(3), 39-56. <https://doi.org/10.14434/josotl.v16i3.19295>
- Alexiou, A., & Paraskeva, F. (2010). Enhancing self-regulated learning skills through the implementation of an e-portfolio tool. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3048–3054. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.463>
- Ally, M. (2009). *Mobile learning transforming the delivery of education and training*. AU Press.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Atan, F., & Kocasaraç, H. (2022). Dijital öğrenme-öğretme araçları. *Medeniyet Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 1–17.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.
- Bamiah, M. A., Brohi, S. N., & Bashari Rad, B. (2018). Big data technology in education: Advantages, implementations, and challenges. *Journal of Engineering Science and Technology, Special Issue on ICCSIT 2018*, 229–241.
- Banihashem, S. K., Gašević, D., & Noroozi, O. (2025). A critical review of using learning analytics for formative assessment: Progress, pitfalls and path forward. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(3), e70056. <https://doi.org/10.1111/jcal.70056>

- Barrett, M. (2000). Windows, mirrors, and reflections: A case study of adult constructions of children's musical thinking. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 147, 43–61.
- Bennett, R. E. (2002). Inexorable and inevitable: The continuing story of technology and assessment. *Journal of Technology, Learning and Assessment*, 1(1).
- Brigham, F. J., Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2011). Science education and students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 223–232. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00343.x>
- Browder, D. M., Trela, K., Courtade, G. R., Jimenez, B. A., Knight, V., & Flowers, C. (2012). Teaching mathematics and science standards to students with moderate and severe developmental disabilities. *The Journal of Special Education*, 46(1), 26–35. <https://doi.org/10.1177/0022466910369942>
- CAST. (2018). *Universal design for learning guidelines version 2.2*. CAST.
- Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2019). Trends in digital game-based learning in the mobile era: A systematic review of journal publications from 2007 to 2016. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 13(1), 68–90. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2019.096468>
- Decuyper, M., & Vanden Broeck, P. (2020). Time and educational (re-) forms—Inquiring the temporal dimension of education. *Educational Philosophy and Theory*, 52(6), 602–612. <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1716449>
- Desideri, L., Lancioni, G., Malavasi, M., Gherardini, A., & Cesario, L. (2021). Step-instruction technology to help people with intellectual and other disabilities perform multistep tasks: a literature review. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 33(6), 857–886. <https://doi.org/10.1007/s10882-020-09781-7>
- Dheesha, J. B. (2021). STEM education to students with special needs. *Disabilities and Impairments*, 35(1), 28–34.
- Dwivedi, R. (2018). Advantage of education technology and its educational significance in society. *International Journal of Researches in Social Sciences and Information Studies*, 6(1), 309–316.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- European Commission. (2020). *Digital education action plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/876936>
- Fischer, C., Pardos, Z. A., Baker, R. S., Williams, J. J., Smyth, P., Yu, R., Slater, S., Baker, D., & Warschauer, M. (2020). Mining big data in educa-

- tion: Affordances and challenges. *Review of Research in Education*, 44(1), 130–160. <https://doi.org/10.3102/0091732X20903304>
- Gronlund, N. E., & Waugh, C. K. (2009). *Assessment of student achievement*. Pearson Education.
- Gündeğer, C. (2021). Bilgisayar tabanlı ölçme ve değerlendirme. In N. Doğan (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Harish, H. G., Kumar, R. K., & Raja, B. (2013). Bringing ICT to teach science education for students with learning difficulties. *Journal on School Educational Technology*, 8(4), 1-5. <https://doi.org/10.26634/jsch.8.4.2245>
- Herrington, J., Reeves, T. C., & Oliver, R. (2010). *A guide to authentic e-learning*. Routledge.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Jenson, J. D., & Treuer, P. (2014). Defining the e-portfolio: What it is and why it matters. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 46(2), 50–57. <https://doi.org/10.1080/00091383.2014.897192>
- Jimenez, B. A., Browder, D. M., & Courtade, G. R. (2009). An exploratory study of self-directed science concept learning by students with moderate intellectual disabilities. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 34(2), 33-46. <https://doi.org/10.2511/rpsd.34.2.33>
- Jurâne-Brêmane, A. (2023). Digital assessment in technology-enriched education: Thematic review. *Education Sciences*, 13(5), 522. <https://doi.org/10.3390/educsci13050522>
- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Keçeci, G., & Kavukçu, B. (2023). Fen bilimleri öğretmenleri ve 21. yüzyıl becerileri. İksad Yayınevi.
- Koç, A., & Kanadlı, S. (2025). Effect of interactive learning environments on learning outcomes in science education: A network meta-analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 34, 681–703. <https://doi.org/10.1007/s10956-025-10202-7>
- Kolbina, L., Kasianenko, O., Sopivnyk, I., Karskanova, S., & Chepka, O. (2023). The role of inclusive education in the personal growth of a child with special educational needs. *Amazonia Investiga*, 12(64), 156–164. <https://doi.org/10.34069/AI/2023.64.04.15>

- Lai, J. W., & Bower, M. (2019). How is the use of technology in education evaluated? A systematic review. *Computers & Education*, 133, 27–42. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.010>
- Marino, M. T., Sameshima, P., & Beecher, C. C. (2009). Enhancing TPACK with assistive technology: Promoting inclusive practices in preservice teacher education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(2), 186–207.
- Mavridis, A., & Tsiatsos, T. (2017). Game-based assessment: Investigating the impact on test anxiety and exam performance. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 492–503. <https://doi.org/10.1111/jcal.12200>
- Maxwell, C. (2016). What blended learning is—and isn't. *BLU: Blended Learning Universe*. <http://www.blendedlearning.org/what-blended-learning-is-and-isnt/>
- McCarthy, M. (2016). *The Cambridge guide to blended learning for language teaching*. Cambridge University Press.
- McGaghie, W. C., & Issenberg, S. B. (2009). Simulations in assessment. In S. M. Downing & R. Yudkowsky (Eds.), *Assessment in health professions education*. Routledge.
- EB. (2018). Özel eğitim hizmetleri yönetmeliği. (2018, 7 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 30471).
- Mikropoulos, T. A., & Iatraki, G. (2023). Digital technology supports science education for students with disabilities: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28, 3911–3935. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11317-9>
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. MEB.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. MEB.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/fen-bilimleri-dersi>
- Mischel, L. J. (2018). Watch and learn? Using EDpuzzle to enhance the use of online videos. *Management Teaching Review*, 4(3), 283–289. <https://doi.org/10.1177/2379298118773418>
- Momani, F. M. (2023). Digital learning in science education: A literature review. *Cogent Education*, 10(1), 2277007. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2277007>
- Murteza, Z. U., & Altun, S. (2025). Türkiye Century Education Model: An analysis of the 2024 science curriculum within the framework of sustainable development goals. *International Journal of Contemporary Approaches in Education*, 4(1), 21–45. <https://doi.org/10.29329/ijcae.2025.1312.2>

- National Center for Education Statistics (NCES). (2019). *The condition of education 2019 (NCES 2019– 144)*. U.S. Department of Education.
- Nguyen, L. T., & Ikeda, M. (2015). The effects of ePortfolio-based learning model on student self-regulated learning. *Active Learning in Higher Education*, 16(3), 197–209. <https://doi.org/10.1177/1469787415573355>
- OECD. (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/df80bc12-en>
- Ortiz-Colon, A. M., & Romo, J. L. M. (2016). Teaching with Scratch in compulsory secondary education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(2), 67–70. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i02.5095>
- Özdemir, G., & Göztürk, L. (2023). Dijital dönüşümün eğitime yansımaları: Öğretmen görüşleri. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(142), 19–33. <https://doi.org/10.29228/ASOS.69768>
- Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2017). *Informing progress: Insights on personalized learning implementation and effects*. RAND Corporation. <https://doi.org/10.7249/RR2042>
- Paolucci, C., Caruso, V., & Castelfranchi, Y. (2024). A review of learning analytics opportunities and challenges for formative assessment. *Heliyon*, 10(10), e29803. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29803>
- Parsons, S., & Platt, L. (2017). The early academic progress of children with special educational needs. *British Educational Research Journal*, 43(3), 466–485. <https://doi.org/10.1002/berj.3276>
- Sanmugam, M., Selvarajoo, A., Ramayah, B., & Lee, K. W. (2019). Use of Nearpod as interactive learning method. In *INTED2019 Proceedings* (pp. 8908–8915). 13th International Technology, Education and Development Conference, Valencia, Spain. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.2219>
- Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates* (2nd ed.). Bloomsbury Academic.
- Semercioglu, M. G. (2025). Fen müfredatının 21. yüzyıl eğitim hedefleriyle uyumu: Öğretmen görüşleri. *Education Mind*, 4(1), 77–89.
- Shah, P. (2023). *AI and the future of education: Teaching in the age of artificial intelligence*. Jossey-Bass.
- Sharon, A. J., & Baram-Tsabari, A. (2020). Can science literacy help individuals identify misinformation in everyday life?. *Science Education*, 104(5), 873–894. <https://doi.org/10.1002/scs.21581>
- Ülçay, O. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli değerlendirmesi. *Ulusal Eğitim Toplum ve Dünya Dergisi*, 1(2), 70–75. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11097248>

- Wagner, M., Newman, L., Cameto, R., & Levine, P. (2006). *The academic achievement and functional performance of youth with disabilities: A report from the National Longitudinal Transition Study-2 (NLTS2) (NCSE 2006-3000)*. SRI International.
- Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot! for learning – A literature review. *Computers & Education*, 149, 103818. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>
- Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P., & Perkins, K. K. (2010). Teaching physics using PhET simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225–227. <https://doi.org/10.1119/1.3361987>
- Yalçın, N., & Akbulut, E. (2021). STEM eğitimi ve STEM perspektifinde robotik kodlama eğitimlerinin incelenmesi: Kızılcahamam kodluyor örneği. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 469–490.
- Yıldız, E., & Zengin, N. (2021). Effect of science education provided with digital and in-class games on the scientific process skills of preschool children. *International Journal of Educational Methodology*, 7(3), 513–527. <https://doi.org/10.12973/ijem.7.3.513>
- Yüzüak, B. N., & Nalbantoğlu Yılmaz, F. (2025). Soruları gözden geçirilmede farklı yapay zekâ uygulamalarının karşılaştırılması: Doğru-yanlış önermeleri üzerine bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 63, 500–520. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1532545>

Fen Öğretiminde Okul Dışı Öğrenme 8

Halil İbrahim Yıldırım¹

Özet

Bireyler doğdukları andan itibaren yaşamlarını sürdürdükleri gerçek hayattan yani çevrelerinden öğrenirler. Öğrenme beyinde gerçekleşir ve beyin gelişiminin en hızlı olduğu dönem erken çocukluk ve çocukluk dönemidir. Bu durum dikkate alındığında, çevre ile kurulan etkileşim çocukların öğrenmelerinde ve gelişimlerinde önemli rol oynar. Bu bağlamda öğrenme ve öğretim ortamlarının sadece okul olarak tanımlanması bireylerin öğrenme ve gelişimleri üzerinde bir sınırlılığa neden olabilir. Çünkü öğrenme bireyin doğumu ile başlayıp, yaşamın herhangi bir anında ve yaşam boyu gerçekleşebilen bir süreçtir. Bu nedenle öğrenme ve öğretme ortamları okulların duvarlarıyla sınırlandırılmamalı ve öğrencilerin okul duvarlarının dışındaki çevreleriyle etkileşime girebilecekleri yaparak-yaşayarak öğrenebilecekleri park, bahçe, müze vb. ortamlar da öğrenme-öğretme ortamları olarak dikkate alınması gerekir. Bir başka deyişle öğrenme ve öğretme sürecinde okul dışı öğrenme ortamlarına da yer verilmelidir.

Günümüzde de eğitim ve öğretim faaliyetleri okul duvarlarıyla sınırlı olmayıp, içinde yaşadığımız gerçek yaşamdaki potansiyel öğrenme ortamlarını kullanacak şekilde yaşam boyu devam eden bir sürece dönüşmüştür. Bu süreçte gelişimi hedeflenen bilişsel, duyuşsal ve devinimsel özelliklerin kolay, zevkli ve motive edici bir şekilde yaparak-yaşayarak kazandırabilecek öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Okul dışı çevrelerin derslerin öğrenme çıktılarıyla ilişkilendirilmesi, bu ihtiyacın karşılanmasına katkı sağlayabilir. Okul dışı çevreler öğrencilerin gerçek varlıklar ve olaylar ile bireysel olarak etkileşim içine girmelerini, gerçek varlıklar ve olaylar ile öğrenilenler arasında ilişki kurmalarını ve yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlar. Böylece okul dışı çevreler ilgi çekici, motive edici, öğrenme kolaylığı ve anlamlı öğrenmeyi sağlayan etkili öğrenme ortamlarına bir başka deyişle okul dışı öğrenme ortamlarına dönüşür. Öğrenme çıktılarının gelişimi amacıyla planlı ve programlı bir şekilde okul dışı öğrenme ortamlarına yapılan geziler sayesinde etkili bir öğrenme-öğretme süreci gerçekleştirilebilir. Sonuç olarak her bir derse

1 Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, halily@gazi.edu.tr, 0000-0002-8836-8349

ait öğretim programının okul dışı öğrenme ortamlarıyla da ilişkilendirilmesi ve etkili bir öğretimin gerçekleştirilmesi amacıyla her bir disiplin ile okul dışı öğrenme ortamlarının arasında köprü kurulması gerekir. Fen bilimleri dersi konuları da doğrudan yaşamla ilişkili olduğu ve fen bilimleri dersinin doğası gereği yaparak-yaşayarak öğrenilmesi gerektiği için fen öğretiminde de okul dışı öğrenme ortamlarına yer verilmesi gerekir.

1. Okul Dışı Öğrenmeye Giriş

Günümüzde bireylerin okuduğunu anlayabilme, öğrendikleri bilgileri hayatlarında kullanabilme, üretebilme, çağı yakalayabilme özelliklerine sahip bir şekilde yetiştirilebilmeleri için öğrenme-öğretme sürecinin gerçeğe en yakın ortamlarda yapılması gerekir. Buna göre eğitim-öğretimin yalnızca okul duvarları sınırlarının içinde gerçekleştirilmesi, bireylerin eğitimi ve öğretiminin tam olarak gerçekleştirilemeyeceği manasına gelmektedir. Bu bağlamda günümüz öğrenme-öğretme sürecinde okul dışı öğrenme ortamlarının da kullanılmasına ihtiyaç vardır (Bakioğlu, 2017).

Okul dışı öğrenme ortamları deyince genellikle informal; yani plansız olarak gerçekleştirilen, gelişigüzel öğrenme akla gelmektedir. Halbuki okul dışı öğrenme ortamları; okul duvarlarının sınırlarının dışında kalan, belli bir öğretimi amacına ulaşmak için düzenlenen, hem planlı hem de programlı bir şekilde gerçekleştirilen etkinlik ve gezi olarak açıklanabilir (Laçın Şimşek, 2011). Okul dışı öğrenme ortamları öğrencilerin aktif olarak yer aldığı, yaparak-yaşayarak öğrendiği ve ziyaret edilen öğrenme ortamlarının okulun dışındaki ortamlar olması nedeniyle öğrencilerin ilgilerini çeken ve ders konularının gerçek yaşam ortamlarında deneyimlenmesini sağlayan öğrenme ortamları olarak da açıklanabilir (Yıldırım, 2018).

Salmi (1993) tarafından yapılan çalışmada okul dışı eğitim okul binasının fiziki alanı dışında kalan kurum-ortamlarda, öğretim programı ile paralel bir şekilde öğretim süresi ve kapsamının içinde uygulanan eğitim şeklinde açıklanmıştır. Televizyonlar, müzeler, bilim merkezleri, fabrikalar, akvaryumlar, hayvanat bahçeleri vb. gibi informal öğrenme ortamlarının öğrenme hedefleri çerçevesinde planlı-programlı bir şekilde öğrenme-öğretme amacı ile kullanıldığında okul dışı öğrenme ortamları olarak isimlendirilebileceği belirtilmiştir (Salmi, 1993). Bu durum dikkate alındığında okul dışı eğitimi ders öğretim programlarında yer alan kazanımların gelişimi amacıyla informal eğitim ortamlarının formal eğitim programlarıyla ilişkilendirilmesi ve formal eğitimle informal eğitimin arasında bir köprü kurulması olarak da açıklanabilir. Bu durum dikkate alındığında okul dışı öğrenmenin öğrenme, formal öğrenme ve informal öğrenmeyle arasındaki ilişkinin açıklanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Formal, informal

ve okul dışı öğrenmeyi anlayabilmek için bu kavramların temelini oluşturan eğitim ve öğrenme kavramlarını da anlamak gerekir.

1.1. Öğrenme ve Eğitim

Eğitim en genel anlamıyla bireyin kendi yaşantısı yolu ile istendik davranışların oluşturulması ya da davranışların değiştirilmesi süreci şeklinde açıklanmaktadır. Bireylerin kendi yaşantıları ile davranışlarında oluşan değişim öğrenmedir. Eğitim ise geçerli öğrenmelerin geliştirilmesiyle gerçekleştirilir. Öğrenme, bireyin çevresi ile etkileşiminin sonucunda ortaya çıkan kalıcı izli davranışın kazanılması veya davranışın değişimidir. Bir davranışta oluşan değişime öğrenme denilebilmesi için bu davranışta gözlenen değişimin refleksif, içgüdüsel ya da geçici (hastalık, ilaç kullanımı vb.) olmaması, sürekli ve kalıcı izli olması gerekmektedir (Senemoğlu, 2023). Öğrenme sadece resmi bir kurum içinde planlanmış öğretim programına göre gerçekleştirilen etkinlikler bağlamında bir başka deyişle formal eğitim sürecinde gerçekleşen kalıcı davranış değişikliği olarak değerlendirilemez. Çünkü öğrenme bireyin doğumu itibarı ile başlayan, yaşam boyu devam eden planlı ya da plansız gerçekleşen davranış kazanımı ya da davranış değişikliğidir. Bu durum literatürde öğrenmenin de sınıflandırılmasına yol açmıştır.

Literatür incelendiğinde öğrenmenin genellikle formal ve informal şeklinde ya da sınırlı sayıda informal, nonformal ve formal olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Oysaki öğrenmeler ayrı ayrı değil bir araya geldiğinde bir değere sahiptir ve bireyde bütüncül öğrenme çıktıları oluşturur (Dillon, Morris, O'Donnell, Reid, Rickinson and Scott, 2005).

1.2. Formal Öğrenme ve Formal Eğitim

Formal öğrenme, belirlenen hedeflere yönelik belirli bir zaman içinde planlı-programlı-örgütlü-kasıtlı ve kontrollü bir biçimde gerçekleştirilen formal eğitim sürecinde, bireylerin gelişimi amaçlanan bilgi ve becerileri öğrenmeleri olarak tanımlanabilir (Laçın Şimşek, 2011). Formal öğrenme çeşitli düzeylerdeki ve türdeki okullar ve kurumların kapsamında meydana gelir (Senemoğlu, 2023). Formal eğitim ise belirli hedeflere ulaşmak amacıyla, belirli program ve plan kapsamında bir okul ya da kurum içinde gerçekleştirilen eğitim şeklinde tanımlanabilir (Kıroğlu & Elma, 2010).

Formal öğrenmeye örnek olarak “Akım kavramını açıkla.” kazanımının fen bilimleri dersi laboratuvarında basit bir elektrik devresinden geçen akım deneyini Tahmin-Gözlem-Açıklama tekniğiyle ya da sınıfta Algoodo programında basit bir elektrik devresi simülasyonunda Tahmin-Gözlem-

Açıklama tekniğiyle gelişimdir. Bir başka deyişle akım kavramının okul-sınıf içinde uygulanan öğrenme-öğretme sürecinde öğrenilmesidir.

1.3. İnfomal Öğrenme ve İnfomal Eğitim

İnfomal öğrenme, belirli bir öğretim programı olmadan gerçekleşen, esnek, yaşam boyu devam eden, ailede, sokakta, sinemada, herhangi bir yerde kendiliğinden oluşan bir öğrenme sürecidir (Eshach, 2007; Lin & Schunn, 2016; OECD, 2012). Okulun/sınıfın dışında meydana gelen öğrenme şeklinde de tanımlanan infomal öğrenme; hayatın içinde kendiliğinden meydana gelen, kişinin doğumu ile başlayıp çevre ile etkileşim içine girmesiyle oluşan ve yaşamın her anında gerçekleşebilen öğrenmedir (Laçın Şimşek, 2011). Bir başka deyişle bireylerin yaşamlarında doğal biçimde ve yaşantılar-deneyimler ile meydana gelen öğrenmeleri kapsar (Türkmen, 2010). İnfomal öğrenme oyun oynanması esnasında oluşan öğrenmeden, pazarda alışveriş yapılması, müzelerin-hayvanat bahçelerinin gezilmesi vb. esnasında oluşan öğrenmeye kadar her ortamda ve bireylerin istedikleri zamanda istedikleri kadar kendiliğinden meydana gelen öğrenmeleri kapsar. Aile toplantısı, hobi, resmi ilişkiler, pazar, çarşı, bakkal, müze, hayvanat-botanik bahçesi, bahçe, alışveriş merkezleri, fabrika, park, televizyon programı, internet sitesi, youtube, instagram, facebook, sanal müze, kitap, gazete vb. birçok yer ve ortam infomal öğrenmelerin gerçekleşebilmesi için zengin fırsatlar sağlar (Laçın Şimşek, 2011). Kişiler karşı karşıya kaldıkları durumlarda ve içerisinde yer aldıkları grubun üyeleri ile etkileşim içine girdikçe farkına varmadan yeni şeyler öğrenir bir başka deyişle infomal öğrenme gerçekleşir. İnfomal öğrenme gözlem, taklit ve deneyim yoluyla meydana gelir. Bu durum infomal öğrenmelerin sonucunda istenilmeyen ve zararlı davranışların (sigara içme vb.) kazanılmasına da neden olabilir (Fidan, 2012). Özetle infomal öğrenme süreci her ortam-yerde, kendiliğinden gerçekleşen, bireyin liderliğinde gönüllü olarak meydana gelen öğrenmedir. İnfomal eğitimse belirli bir plan-programa bağlı olmadan hayatın içinde kendiliğinden meydana gelen bireyin yaşıyla sınırlı olmayan yani hayatın her anında gerçekleşebilen bir öğrenme sürecidir (Kıroğlu & Elma, 2010).

İnfomal öğrenmeye örnek olarak ailesiyle birlikte pazarda bir kilogram elma alan bir çocuğun kefuli teraziyi-kütleyi kendiliğinden öğrenmesi ya da ailesiyle birlikte alış-verişe çıkan bir çocuğun insanların yolun-merdivenin sağından yürüdüklerini gördüğünde, yolun sağından yürünmesi gerektiğini öğrenmesi verilebilir.

1.4. NonFormal Öğrenme ve NonFormal Eğitim

Hem formal hem de informal öğrenme sürecinden farklılık gösteren non-formal öğrenme, formal öğrenmede yer alan öğrenme ortamlarının dışında kalan öğrenme ortamlarında belirli bir amaç ve plan dahilinde meydana gelen öğrenmelerdir (Eshach, 2007; Salmi, 1993). Non-formal öğrenme ortamları planlanan-programlanan-yapılandırılan-desteklenen-öğretmenin liderliğinde gerçekleştirilen bütün okul dışı etkinlikler olarak açıklanmıştır (Eshach, 2007). Belli bir plan dahilinde ancak okul duvarlarının sınırları dışında ve bir eğiticinin rehberliği ile gerçekleştirilen öğrenme ortamı olarak ifade edilen okul dışı öğrenme ortamları non-formal öğrenme içinde yer almaktadır. Bu bağlamda müze-planetarium-doğa kampı-akvaryum-fabrika vb. mekanlar ile internet-telefon vb. iletişim araçları da okul dışı öğrenme ortamları şeklinde işleve sahiptir (Hofstein & Rosenfeld, 1996).

Non-formal öğrenme ortamları; öğrencilerin öğrenme sürecine planlı bir şekilde dâhil edilen etkinliklerle bilginin yapılandırılması ve beceri kazanımına imkân sağlayan ortamlardır. Bu ortamlarda öğrencilere öğretmenin gözetiminde ve rehberliğinde daha etkili öğrenme-öğretme içeriği hazırlanır. Informal öğrenme ortamları ise hayatın günlük akışında kendiliğinden plansızca gelişen öğrenmeye yönelik faaliyetleri içeren ortamlardır. Belli bir amaç doğrultusunda hazırlanmamış gelişigüzel ortamlardır. Kişi karşılaştığı herhangi bir olay ya da durum karşısında içinde bulunduğu grup üyeleri ve ortamla girdiği etkileşme sonucunda farkına varmadan yeni şeyler öğrenmesi informal öğrenmedir (Fidan, 2012; Saraç, 2017).

Nonformal öğrenmeye örnek olarak akım, gerilim ve direnç kavramlarının öğretimi amacıyla Feza Gürsey Bilim Merkezine öğretim amaçlı-planlı-programlı bir şekilde düzenlenen gezide, öğretmen ve eğitmenin rehberliğinde Tahmin-Gözlem-Açıklama tekniğiyle elektrik deneylerini yaparken akım, gerilim ve direnç kavramlarının öğrenilmesi verilebilir.

1.5. Formal-İnformal-NonFormal Öğrenmenin Arasındaki İlişki

Formal, non-formal ve informal öğrenmenin arasında bulunan fark, formal öğrenmenin eğitim kurumlarının aracılığıyla, non-formal öğrenmenin bir öğretim programına bağlı olarak toplumu oluşturan okulun dışındaki organizasyon ya da gruplarla, informal eğitiminse bunların dışında olan bir öğretim programına bağlı olmadan aile, arkadaş, meslektaşla yapılmasıdır (Türkmen, 2010). Bilginin, becerinin ve değerlerin belirli hedeflere yönelik, kasıtlı ve belirli bir zaman içinde bir öğretim programı çerçevesinde bireylere kazandırılmaya çalışılması formal öğrenme, hayatın her bağlamında var olan ve bireyin doğumu ile başlayıp çevresiyle etkileşime girmesi sonucunda

hayatta kendiliğinden meydana gelen bir öğretim programına bağlı olmayan öğrenme ise informal öğrenmedir (Fidan, 2012). Nonformal öğrenme ise öğretim hedeflerinin sınıf / okul dışında kasıtlı ve belirli bir zaman dilimi içerisinde bir öğretim programı çerçevesinde bireylere kazandırılmasıdır.

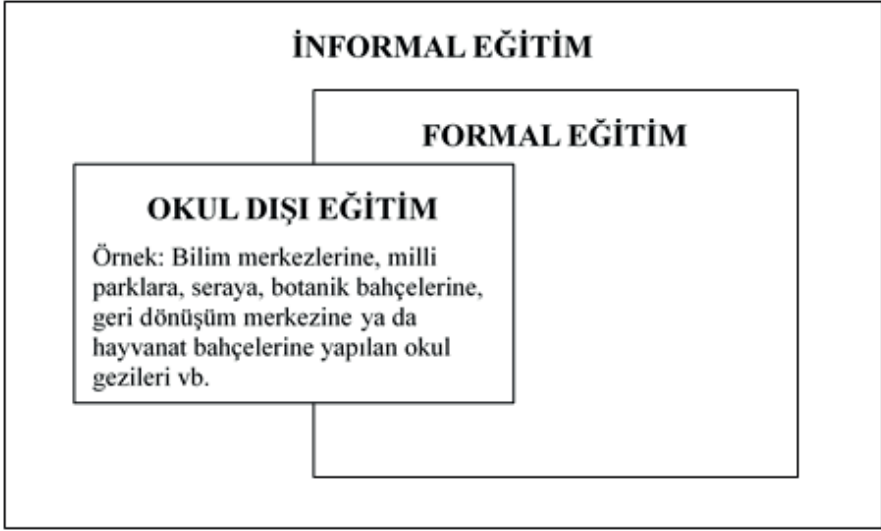
Eshach (2007)'nin, Hofstein ve Rosenfeld (1996)'nın ve OECD (2012)'nin yaptıkları çalışmalara dayanarak formal-non-formal-informal öğrenmenin özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 1'de açıklanmıştır.

Tablo 1. Formal-nonformal-informal öğrenme ortamlarının karşılaştırılması

Formal	Non-formal	İnformal
Okul-eğitim kurumlarında gerçekleştirilir.	Okul duvarlarının dışında kalan kurum-organizasyonlarda gerçekleştirilir.	Her ortam-yerde gerçekleştirilir.
Yapılandırılma vardır.	Yapılandırılma vardır.	Yapılandırılma yoktur.
Planlı şekilde gerçekleştirilir.	Planlı şekilde gerçekleştirilir.	Plansız şekilde kendiliğinden gerçekleştirilir.
Genel olarak dışsal motivasyon vardır.	Genel olarak içsel motivasyon vardır ancak dışsal motivasyon da olabilir.	Genel olarak içsel motivasyon vardır.
Zorunlu olarak gerçekleştirilir.	Genel olarak gönüllü gerçekleştirilir.	Gönüllü gerçekleştirilir.
Öğrenmenin çıktıları değerlendirilir.	Öğrenmenin çıktıları genel olarak değerlendirilmez ancak değerlendirilebilir de.	Öğrenmenin çıktıları değerlendirilmez.
Ardışık olarak gerçekleştirilir.	Genel olarak ardışık gerçekleştirilmez.	Ardışık olarak gerçekleştirilmez.

Tablo incelendiğinde non-formal eğitimin formal ve informal eğitim arasında kalan, formal eğitimden farklı olarak planlı eğitsel etkinliklerin, formal eğitim ortamları dışında gerçekleştirildiği bir süreç olduğu söylenebilir. Non-formal eğitimin tanımı ve özellikleri dikkate alındığında okul dışı öğrenme ortamlarının non-formal eğitimin kapsamı içinde kullanılan ortamlar olduğu ifade edilebilir.

Salmi (1993) yaptığı çalışmada okul dışı eğitimin informal ile formal eğitimin arasında bir köprü olduğu fikrini Şekil 1'deki gibi göstermiştir.



Şekil 1. İnfomal Eğitimle ile Formal Eğitimin Arasında Köprü Görevi Olan Kurum-Ortamlar: Okul Dışı Eğitim Ortamları-Kurumları

Şekil 1’de gösterildiği gibi bilim merkezi-müze-hayvanat-botanik bahçesi-akvaryum-milli park-okul bahçesi gibi kurum-ortamların, formal ve informal eğitimi aynı çatının altında buluşturabilme özelliği vardır (Bozdoğan, 2007). Salmi (1993) tarafından yürütülen çalışmada okul dışı eğitim, okul binasının fiziki alanlarının dışında kalan kurum-ortamlarda, öğretim programı ile paralel olacak şekilde okuldaki öğretim süresinin ve kapsamının içinde gerçekleştirilen eğitim şeklinde tanımlanmıştır.

2. Okul Dışı Öğrenme

İnfomal öğrenmede yer alan ortamların tamamı okullardaki öğretim amaçlarını gerçekleştirebilmek ve kazanımları geliştirebilmek için planlı-programlı biçimde kullanılması durumunda okul dışı öğrenme ortamı şeklinde isimlendirilir (Salmi, 1993). Bu ortamlar belirli bir plan-öğrenme amaçları-program doğrultusunda fakat okul duvarlarının dışındaki, eğitmen rehberliğiyle öğrenmenin gerçekleştiği öğrenme ortamları olması nedeniyle non-formal öğrenme ortamları grubu içinde kalmaktadır. Okul dışı öğrenme ortamlarının içinde müze-milli park-hayvanat-botanik bahçesi-planetarium-doğa eğitimi-doğa kampı-akvaryum-fabrikalar vb. yerler bulunmaktadır (Hofstein & Rosenfeld 1996; Laçın Şimşek, 2011; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; MEB, 2017; Türkmen 2010, Yıldırım, 2018).

Literatür incelendiğinde okul dışı öğrenme için farklı terimlerin kullanıldığı görülmektedir. Bu terimler arasında kavram kargaşası yaşanmaması için terimlerin Türkçe ve İngilizce karşılıkları Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Literatürde sıklıkla karşılaşılan terimler (Karslı & Kurt, 2022)

Türkçe	İngilizce
Okul dışı öğrenme	Outdoor education -Outdoor learning -Out of school learning-Learnings out of the school -Extracurricular learning-Extensive education
Okul dışı öğrenme ortamları	Out of school learning environment -Out-of-school learning settings-Outside of school learning environment-Out-of-school teaching environments- Informal setting
Okul dışı eğitim Okul dışında eğitim	Informal education -Outdoor teaching -Out of school education
Okul dışı öğretim	Out of school teaching
Sınıf dışı	Outside the classroom-Out of school education
Sınıf dışı öğrenme	Out-of-class learning
Sınıf dışı öğrenme ortamları	Out-of-class learning environments
Sınıf dışı okul ortamları	Out-of-class learning environments
Sınıf dışı eğitim	Outdoor education, Non classroom education
Sınıf dışı öğretim	Outdoor education
Sınıf dışı öğretim yöntemi	Outdoor teaching method
Derslik dışı eğitim	Outdoor education
Non -formal öğrenme	Non formal learning
Non-formal eğitim	Non formal education
İnformal öğrenme	Informal learning
İnformal öğrenme ortamları	Informal learning environments

Tablo 2 incelendiğinde okul dışı öğrenme için farklı Türkçe ve İngilizce terimlerin kullanıldığı söylenebilir. Bu çalışmada ise okul dışı eğitim-okul dışı öğrenme-okul dışı öğrenme ortamları terimlerinin kullanımına yer verilmiştir. Okul dışı öğrenme ortamları bireylerin olayları-olguları deneyimleyerek ve gerçek varlıklar-materyaller ile etkileşim içine girerek bilişsel-duyuşsal-psikomotor özelliklerinde önemli gelişimler sağlayabilir (Salmi, 1993). Daha da önemli olan okul dışı öğrenme ortamları öğrencilerin öğrenmeye ilişkin ilgi ve motivasyonunu geliştirebilmektedir (Soysal, 2019).

İnformal öğrenme de, okulun dışında meydana gelen öğrenme şeklinde bilinmektedir. Bu amaçla ülkemizde de çocuklar, öğretmenler veya velileri rehberliğinde okul dışındaki öğrenme ortamlarını ziyaret etmektedir. Yılsonlarında ise piknik ve gezi faaliyetleri gibi etkinliklere katılmaktadırlar. Bu tür etkinlikler bir öğrenme fırsatı olmak yerine çocukların eğlenecekleri, arkadaşlarıyla birlikte hoş zaman geçirecekleri ve yeni yerler görecekları sosyal etkinlikler olarak algılanmaktadır. Hâlbuki bu tür ortamlar derslerin öğretim programlarıyla ilişkilendirilerek kullanılması durumunda, çocukların öğrenmeleri için oldukça zengin fırsatlar sunabilir (Laçın Şimşek, 2011). Bu bağlamda çocukların tamamen serbest kaldıkları, derslerle ilişkili herhangi bir öğretim amacının olmadığı gezilerin yerine, öğretim programındaki öğreti amaçları dikkate alınarak planlanan ve öğrenme hedeflerinin gerçekleştirilme durumlarının açık ve net bir biçimde değerlendirilmesine imkân tanıyan araştırma-incelemenin yapılabilirdiği faaliyetlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgilere istinaden, okul dışı öğrenme ortamları, plansız-programsız bir biçimde öğrenmenin tesadüfe bırakıldığı yer-ortam olarak değil, belirli öğrenme amaçlarına yönelik gerçekleştirilen gezi-etkinliklerin bütünü şeklinde açıklanabilir (Bozdoğan, 2007).

2.1. Okul Dışı Öğrenmeyi Sınırlayabilecek Faktörler

Okul dışı öğrenme ortamları öğretim sürecinde zengin öğrenme fırsatları sağlarken, öğrenmelerle ilişkili hedeflere her zaman ulaşılabilirdiğinin garantisini vermez. Ayrıca okul dışındaki ortamlarda öğrenmenin sınırlılıkları da olabilir (Griffin, 2004). Bu sınırlılıklar aşağıda verilmiştir.

Okul Dışı Öğrenmeye Yönelik Yanlış Anlama, Kavram Yanılgıları: Okul dışı öğrenme ortamlarına yapılan gezilerin sıradan, öğretim amacı olmayan, sadece gezmek-güzel vakit geçirmek-eğlenme amaçlı geziler olarak algılanmaktadır. Bu durum öğrenme hedeflerine ulaşılmasının önünde önemli bir engeldir. Halbuki okul dışı öğrenme, öğretim programlarındaki öğrenme çıktılarının gelişimi amacıyla planlı-programlı bir şekilde öğretmen rehberliğinde okul dışındaki kurum-ortamlara düzenlenen eğitsel amaçlı gezilerdir. Ancak öğrenme çıktılarının gelişimini sağlamak amacıyla okul dışı öğretim sürecinin esnek bir şekilde tasarlanmasına ve yaratıcı-ilgi çekici etkinliklerin planlanması gerektiği unutulmamalıdır. Ayrıca okul dışı öğrenme ortamlarında belli bir öğretim planı-program dâhilinde öğretim çıktılarının gelişimi sağlanırken, öğrencilerin güzel zaman geçirmelerine ve eğlenerek öğrenmelerine de dikkat edilmelidir.

Zaman: Okul dışı öğrenme ortamlarına yapılan geziler öncesinde yapılması gereken hazırlık, okul dışı öğrenme mekânlarına ulaşım, bu

mekânların gezilmesi, öğrenme-öğretme etkinliklerinin yapılması, okul dışı öğrenme ortamlarından dönüldüğünde yapılan gözlemlerin ve etkinliklerin sınıf içinde paylaşılması, tartışılması, sonuç ve genellemelere ulaşılması ciddi zaman ayrılması gereken bir süreçtir. Bu süreç amacına uygun bir şekilde gerçekleştirilmemesi öğrenme hedeflerine ulaşamamasına ve zaman kaybına yol açmaktadır.

Ayrıca okul dışı öğrenme ortamlarına yapılacak gezi süreci, okuldaki formal öğretim süresi içinde gerçekleştirilmelidir.

Ulaşım / Maliyet: Okul dışı öğrenme ortamlarına düzenlenecek geziler için ulaşımın sağlanması, ulaşım maliyeti, gezi sürecinde öğrencilerin yiyecek-içecek maliyetleri okul dışı öğrenme ortamlarına düzenlenecek geziler için bir engel olarak görülmektedir.

Hazırlık: Okul dışı öğrenme mekânlarına düzenlenecek geziler için gezinin öncesinde, gezi esnasında ve gezi sonrasında gerçekleştirilecek öğretim etkinliklerinin planlama, uygulama ve değerlendirme için öğretmenin önemli bir hazırlık yapması gerekir.

Sınıftaki Formal Öğretim ve Okul Dışı Öğretimin Bütünleştirilememesi: Okul dışında gerçekleştirilen öğretim ile sınıfta gerçekleştirilen formal öğretim arasında kurulacak ilişki öğretim hedeflerine ulaşma düzeyini etkiler. Sınıftaki formal öğretim ile okul dışı öğretimin bütünleştirilememesi öğrenme çıktılarının gelişimini olumsuz etkiler.

Resmi Prosedürler (İzinler): Öğrenci velileri, okul ve İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerinden resmi izinlerin alınması zaman ayırmayı ve hazırlık yapmayı gerektiren bir süreçtir.

Okul Dışı Öğrenme Ortamlarıyla Kazanımların İlişkilendirilememesi: Öğretim hedeflerinin gelişimine katkı sağlayacak okul dışı öğrenme ortamlarının seçilmesi öğretim hedeflerine ulaşma düzeyini etkiler.

Gelişimi Hedeflenen Kazanımlara Ulaşma Düzeyi: Okul dışı öğrenmenin doğasına ve kuramsal yapısına uygun bir şekilde uygulanması gelişimi hedeflenen kazanımlara ulaşma düzeyini etkiler.

Okul Dışı Öğrenme Etkinliklerinin Planlama, Uygulama Ve Değerlendirme: Öğretim programlarındaki öğrenme çıktılarının gelişimini sağlamak amacıyla okul dışı öğrenmenin doğasına ve kuramsal yapısına uygun bir şekilde öğrenme-öğretme faaliyetlerinin planlanmasının, uygulanmasının ve değerlendirilmesinin yapılması gerekir. Bu süreçteki eksikler öğrenme çıktılarının gelişimini olumsuz etkiler.

Öğretmen-Rehber-Eğitmenin Niteliği: Okul dışı öğretimi uygulama bilgi-becerisine ve pedagojik alan bilgisine sahip öğretmen ve rehber, gelişimi hedeflenen kazanımlara ulaşma düzeyini etkilemektedir.

Öğretmen ile Rehber-Eğitmen Arasındaki İletişim Eksikliği: Öğretmen ile rehber-eğitmen arasındaki iletişim eksikliği okul dışı öğretimin amaçlarına ulaşılmasını olumsuz etkiler. Çünkü formal öğretimin okul dışı öğrenme ortamlarıyla desteklenmesi ders öğretmeniyle birlikte rehberlerin de aktif şekilde yer aldığı ve öğretmen ile rehber arasında iletişim olması gereken bir öğretim sürecidir.

2.2. Okul Dışı Öğrenmede Öğrenci

Araştıran, sorgulayan, bilimsel yöntem ve bilimsel süreç becerilerini kullanan, yaparak, yaşayarak öğrenen rolüne sahiptir.

2.3. Okul Dışı Öğrenmede Öğretmen

Öğrenme – öğretme ortamını tasarlayan, öğretimi yönlendiren, öğrencilerin öğrenme-öğretme sürecine rehber olan, öğrencilerle birlikte öğrenen, okul dışı öğrenme ortamındaki öğretim sürecini planlayan, okul dışı öğrenme hazırlıklarını yapan, resmi prosedürleri gerçekleştiren, okul yönetimi-veli-rehberle iletişim kuran ve işbirliğinde olan, rehberle birlikte okul dışı öğretimi uygulayan ve öğrencilerle birlikte değerlendiren rolüne sahiptir.

2.4. Okul Dışı Öğrenmede Rehber

Öğrencilerde kazanımların gelişimine katkı sağlamak amacıyla öğretmenle işbirliği içinde olan, etkinlikleri öğrenci merkezli olarak öğrencilerle birlikte yapan, etkinlikleri yaparken gerekli güvenlik önlemlerini alan, teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip, öğrenme-öğretme yaklaşımlarını uygulayabilen, öğrencilerin ilgisini çekebilen, konulara yönelik olumlu tutum kazandırabilen, öğrenmeye motive edebilen rolüne sahiptir.

2.5. Okul Dışı Öğrenmede Ölçme ve Değerlendirme

Öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, devinimsel becerilerini ölçebilmek amacıyla sonuç odaklı ve süreç odaklı ölçme-değerlendirme araç-tekniklerinin kullanılması gerekir. Ölçme-değerlendirme etkinlikleri okul dışı öğretimin başında tanıma, öğretim esnasında biçimlendirme ve öğretim sonunda öğrenme eksiklerini ve öğrenme düzeylerini belirleme amaçlarıyla bir başka deyişle sadece öğretimin sonunda değil her aşamasında yapılmalıdır. Bu amaçla sonuç odaklı ölçme araçlarından çoktan seçmeli-doğru yanlış-boşluk

doldurma-kısa cevaplı-uzun cevaplı testler ile süreç odaklı ölçme araçlarından analitik ya da holistik dereceli puanlama anahtarları, öz değerlendirme, aktan değerlendirme, grup değerlendirme, kontrol listeleri, derecelendirme ölçekleri, performans-etkinlik değerlendirme formları kullanılabilir. Ayrıca öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamlarına ilişkin duygularını ve okul dışı öğrenme ortamlarında gelişimi amaçlanan duyuşsal özelliklerini ölçmek amacıyla likert ölçekler, öğrencilerin düşünce, duygu ve demografik özellikleri belirleyebilmek amacıyla anketler uygulanabilir.

Okul dışı öğrenme ortamlarında öğretimin başında, öğretim esnasında ya da sonunda ölçme değerlendirme etkinlikleri yapılacaktır. Gezi süresinin ekonomik kullanılması amacıyla teknolojik uygulamalardan da faydalanılmalıdır. Örneğin öğrencilere Plickers QR Cevap Kartları dağıtılarak, öğrencinin tablet ya da telefona ihtiyaç duymadan öğrenme düzeyleri ve öğrenme eksiklikleri çoktan seçmeli, doğru yanlış gibi sonuç odaklı ölçme ve değerlendirme araçlarıyla ölçülebilir.

2.6. Okul Dışı Öğrenmede Kullanılabilecek Öğrenme-Öğretme Yaklaşım Yöntem ve Teknikler

Formal öğretimin okul dışı öğretimle desteklenmesi ve öğretim çıktılarının gelişimine katkı sağlamak amacıyla okul dışı öğrenme ortamlarında mutlaka öğrenci merkezli bir öğrenme öğretme yaklaşım, yöntem ya da tekniklerine yer verilmelidir. Okul dışı öğrenme ortamlarında 5E modeli, Argümantasyon Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı, Yaşam Temelli Öğrenme Yaklaşımı, STEM Eğitimi Yaklaşımı, Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı, Gezi-Gözlem Yöntemi, Soru-Cevap Yöntemi, Düz Anlatım Yöntemi, Tartışma Yöntemi, Problem Çözme Yöntemi, Gösteri Yöntemi, Gösterip Yaptırma Yöntemi, Eğitici Drama Yöntemi, Rol Oynama Yöntemi, Örnek Olay Yöntemi, Tahmin-Gözlem-Açıklama Tekniği, Tahmin-Tartışma-Açıklama-Gözlem-Tartışma-Açıklama (TaTGA) Tekniği, Beyin Fırtınası Tekniği, Deney Tekniği, İstasyon Tekniği, Oryantiring vb. kullanılabilir.

2.7. Okul Dışı Öğrenme Etkinlikleri

MEB (2015), MEB (2019a) ve MEB (2019b) tarafından yayınlanan çalışmalardaki okul dışı öğrenme ortamlarında yapılabilecek ilgi çekici ve motive edici etkinlik örnekleri aşağıda verilmiştir.

2.7.1. Dijital Gezginsler

Öğrencilerden video kaydı yapabilen veya fotoğraf çekebilen dijital bir araç temin edilmesi istenir. Öğrencilerin gezgin rolüne girmeleri ve gezgin

karakteriyle gezi sürecinde dijital kayıt almaları sağlanır. Gezinin sonunda öğrencilerin dijital kayıtlarını sunum haline getirerek sınıfta arkadaşlarıyla paylaşımları istenilir.

2.7.2. Sen Sor

Geziden önce öğrencilerin 3'erli gruplara ayrılması sağlanır. Öğrenci gruplarının her biri grubuna bir ad verir ve öğrencilerin her biri okul dışı ortamı grubu ile inceler ve ortama ilişkin 7 soru yazar. Gezinin sonunda sınıfta her grup diğer gruplara sorularını yöneltir. Her sorunu değeri 1 puandır ve puanı en yüksek grubun ismi gezilen mekânın yıldızı olarak ilan edilir ve sınıf-okul panosunda da yayınlanır.

2.7.3. Tartışma

Gezinin düzenlendiği mekânda, öğrenciler gruplara ayrılır ve öğrencilerden münazara-fikir taraması-vızıltı grubu gibi tartışma etkinliklerine katılmaları istenilir. Tartışma sürecinde ileri sürülen fikirlerin doğruluğunun önemsenmemesi gerekir. Burada yapılan tartışmada en önemli faktör öğrencilerin kendilerini özgür bir şekilde ifade etmelerini sağlamaktır.

2.7.4. Zaman Kapsülü

Öğrencilerden gezi mekânındaki bazı nesneleri-varlıkları gelecek nesillere iletebilmek amacıyla zaman kapsülü hazırlamaları istenir. Farklı tarihlerde var olmuş nesneler öğrencilere gösterilir. Gösterilen nesnelerin kullanım amacı-alanı-tarihine yönelik sorular yöneltilerek gruplar tarafından tartışılması sağlanır. Tartışma sona erdiğinde öğrencilerden zaman kapsülü içine koymak amacıyla gösterilen nesnelerden 3'ünü seçmeleri ve bunları niçin seçtiklerini Dün-Bugün-Yarın tablosuna yazılı olarak ifade etmeleri istenilir.

2.7.5. Hikâye Yazma

Gezinin sonunda öğrencilere gezilen mekânda en fazla beğendikleri nesne-model-etkinlik-eserin ne olduğuna yönelik soru yöneltilir. Öğrencilerden yöneltilen soruya ilişkin fikirlerini sebepleriyle birlikte yazılı olarak ifade etmeleri istenilir. Sınıfta hikâyeler paylaşarak tartışılabilir.

2.7.6. Mekân Kurallarına Yönelik Beyin Fırtınası

Öğrencilerin bir konu hakkındaki fikirlerini demokratik bir öğretim ortamı içinde düşüncelerine herhangi bir sınır çekilmeden fikirlerini ifade etmeleri beyin fırtınası olarak açıklanabilir. Gezilecek okul dışındaki ortamda uyulması gerekli olan kurallara yönelik beyin fırtınası etkinliği gezi öncesinde

yapılır. Öğrencilerden gezi düzenlenecek okul dışı öğrenme ortamında uyulması gereken kurallara yönelik fikirleri ve önerileri eleştiri yapılmadan alınır. Bu fikir ve öneriler tahtaya yazılarak üzerinde konuşulur ve gezilecek mekâna yönelik kurallara öğrencilerle birlikte karar verilir. Bu kurallara göre gezi süreci canlandırılabilir. Okul dışı ortama düzenlenecek gezinin en iyi şekilde nasıl organizasyonunun ne şekilde yapılabileceğine yönelik tartışma yapılabilir.

2.7.7. Okul Dışı Öğrenme Ortamına Yönelik Afiş ve Pano Hazırlama

Afiş-pano çalışmasında, gezi düzenlenen ortamda görülen nesne-varlık-eser-model-etkinlik ve ya ortamdaki bir temanın tanıtılması ve duyurulması amacıyla yazı ve görsel unsurları içeren duvar ilanları hazırlanır. Öğrencilerden üçer kişilik gruplar oluşturulur. Gruplara okul dışı öğrenme ortamında yer alan temalar dağıtılır. Gruplar okul dışı ortamı rehberler eşliğinde gezdikten sonra, gruplarına ait temayı okul dışı ortamın içinde araştırırlar ve incelerler. Öğrenci grupları araştırma ve incelemelerine dayanarak gezi sonrasında temayı yansıtabilecek afiş hazırlar.

2.7.8. Nesne-Varlık Çizimi

Okul dışı ortamın gezilmesi sürecinde, öğrencilerden en çok ilgilerini çeken bir nesne-varlığı-model ya da etkinliği seçmeleri ve çizimleri ve çizimlerini sergilemeleri istenilir.

2.7.9. Okul Dışı Öğrenme Ortamına Yönelik Broşür Hazırlanması

Okul dışı öğrenme ortamına ilişkin broşür, okul dışı öğrenme ortamına yönelik tanıtıcı bilgiler verilmesi amacıyla elde taşınabilecek boyutta görsel-yazılı olarak hazırlanır. Öğrencilerin üç kişilik gruplara ayrılması sağlanır. Öğrenci gruplarına okul dışı ortamdaki temalar dağıtılır. Öğrenci grupları okul dışı ortamdaki nesne-varlık-model-etkinlikleri gözlemlene-inceleme yoluyla kendi temalarına ilişkin bilgi sahibi olurlar. Gezi sonrasında sınıfta okul dışı öğrenme ortamına ve kendi temalarına ilişkin broşürlerini yazı-görsel olarak hazırlamaları istenilir.

2.7.10. Oryantiring ve Hazine Avı

Üçer kişilik öğrenci takımları oluşturulur. Her takım bir renkle temsil edilir. Yarışma sürecinde meydana gelebilecek karışıklığı önleyebilmek için takımlara başlangıç noktasının farklı olduğu üç tane gezi mekânına ilişkin harita hazırlanır. Haritada beş yer belirlenir. Bu beş yere, içerisinde öğretimi amaçlanan konulara yönelik soruların yer aldığı her bir öğrenci takımı için

ayrı ayrı hazırlanan ve takımların renklerindeki soru zarfları bırakılır. Öğrenci takımlarına haritalar dağıtılır. Öğrenci grupları haritadaki işaretlenmiş alanları bulur, kendi takımının rengindeki zarfın içinde yer alan soruları alır ve soruları cevaplayarak öğretmenin yanına gider. Öğretmen takımların cevaplarını kontrol eder. Öğrenci takımları cevapları doğruysa haritadaki işaretli ikinci alana gider. Cevaplar yanlışsa doğru cevap verilinceye dek yedek sorular takımlara yöneltilir. Yarışmayı en kısa sürede tamamlayan takım kazanır.

2.7.11. Botanik Sepetim

Gezi öncesinde öğrencilerden sepet-derin bir kap tedarik etmeleri istenilir. Doğanın gezilmesi sürecinde öğrencilerden bitki türlerine ya da bitkilere ait yaprak örnekleri toplamaları ve sepete koymaları istenilir. Bitki örnekleri toplandıktan sonra öğrencilerin tamamı buldukları bitki türlerini-yapraklarını göstererek özelliklerini açıklarlar. Bitki türü tanımlamaya yönelik kullanılan teknolojik uygulama sayesinde bitkilerin görsellerini çekerek bitkilere ilişkin bilgiler edinilir. Gezi sürecinin sonunda öğrenciler topladığı örnekleri deftere yapıştırarak örneklere yönelik bilgileri de yazarak örnekleri tanıtır. Bu defterler okulda-sınıfta sergilenebilir.

2.7.12. Seramik-Oyun Hamuru Çalışmaları

Okul dışı öğrenme ortamındaki görülen-incelenen nesne-varlıkların kopyaları öğrenciler tarafından kil-oyun hamuru kullanılarak yapılır. Bu kopyalar okulda-sınıfta sergilenir.

2.7.13. Bilirkişi

Öğrencilerin gezi düzenlenen okul dışı mekâna yönelik bilirkişi bilgi kartlarını gezi sürecinde “bilirkişi” rolüyle doldurmaları sağlanır. Gezinin sonrasında bilirkişi kartında yer alan her bölüme yönelik farklı öğrencilere, cam kısmının boş olduğu renkli gözlük çerçeveleri dağıtılır. Öğrenciler bu gözlükleri taktıktan sonra bilirkişi rolüne girerek kendilerine dağıtılan bölümü kendileri tarafından doldurulan bilirkişi kartını kullanarak anlatırlar.

2.7.14. Rol Kartı

Rol kartı canlandırılan varlık-karakter ve bireylerin yer aldığı durumlara ilişkin bilgileri içerir. Roller öğretmen tarafından okul dışı öğrenme ortamındaki herhangi bir varlık-karakter-etkinlik üzerinden hazırlanabilir. Rol kartı etkinliğinde dikkat edilecek en önemli noktalardan biri öğrencilerin birbirlerinin kartına bakma ihtiyacı duymadan ortak bilgilerin tamamını

(yer-zaman-tarih) her iki kart içinde bulabilmesidir. Buna ilaveten rol kartları kullanılıncaya kadar öğrenciler tarafından görülmemesi gereklidir.

2.7.15. Ara-Bul İpucu Kâğıdı

Okul dışı ortamın içinde yer alan bir nesnenin görseli ve nesneye ilişkin soruların yer aldığı çalışma kâğıdı olarak açıklanabilir.

2.7.16. Tarih Şeridi

Geçmiş dönemden günümüze kadar yaşanan olayların, nesnelerin gelişimlerinin tarihsel bir şekilde sıralanması ile hazırlanır.

2.7.17. Ara-Bul Tarih Şeridi Sıralaması

Öğrencilere okul dışı ortamın içinde yer alan nesne-varlık-etkinliklerin görsellerinin bulunduğu ara-bul kâğıdı verilir. Öğrenciler ara-bul kâğıdındaki nesne-varlık-etkinlikleri mekân içinde bulur ve sorulan sorulara yönelik cevapları yazarlar. Ara-bul etkinliği yapıldıktan sonra nesne-varlıkların gelişimi kronolojik olarak sıralama içeriyor ise tarih şeridi hazırlanabilir. Etkinlik sona erdikten sonra öğrencilerle ara-bul kâğıdındaki nesne-varlıklara ilişkin tartışma yapılabilir.

2.7.18. Öykü Çalışması

Okul dışı ortamdaki nesnenin-varlığın-mekânın ait olduğu döneme yönelik bir konu seçilir. Seçilen konuya yönelik karakterler belirlenerek konunun geçtiği yerin-olayın başlangıç anı rol kartına yazılır ve öğrencilerin rolleri canlandırması istenilir.

2.7.19. Dün-Bugün-Yarın Çizelgesi

Aşağıda verilen tabloda okul dışı ortamdaki nesne-varlık kısmına seçtiğiniz üç nesne-varlığın ismini yazarak şeklini çizin. Bu nesne-varlıkların geçmiş zamanda ve günümüzde ne şekilde kullanıldığını ve gelecek zamanda ne şekilde kullanılabileceğini tabloya yazınız.

Nesne-Varlık			
Bulunan nesne-varlık			
Geçmişteki kullanımı nasıldı?			
Günümüzde kullanılmakta mı?			
Nerelerde kullanılmaktadır?			
Gelecek zamanda ne şekilde kullanılabilir?			

2.7.20. Ara-Bul Çalışma Kâğıdı

Nerede bulunmaktayım? Ben Mekanda sergilenmekte olan isimli nesneyim-eserim-etkinliğim. yapılan bir varlığım. Benim nerede sergilendiğimi bularak aşağıda verilen soruları cevaplar mısınız?

Eserin-Nesnenin İsmi Nedir?	
Eser-Nesnenin bulunduğu yer?	
Eser-Nesnenin ait olduğu dönem-yüzyıl nedir?	
Eser-Nesnenin önemi nedir?	

2.7.21. Bilirkişilik Kartı

Gezi mekânı hangi amaçlarla kurulmuştur?

.....

Gezi mekânında hangi faaliyetler yapılmaktadır?

.....

Gezi mekânının topluma faydaları neler olabilir?

.....

2.7.22. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarına Yönelik İstasyon Tekniği:

Okul dışı öğrenme ortamlarına düzenlenen gezilerde yapılan etkinlikler ve görülen nesnelere ya da okul dışı ortama yönelik afiş, resim, şarkı, akrostiş, öykü hazırlama istasyonları kurulur. Okul dışı ortamlarına düzenlenen gezi sonrasında sınıfta öğrencilerin istasyonlardaki etkinliklere katılmaları sağlanır.

2.8. Okul Dışı Fen Öğrenme Ortamları

Okul duvarlarının dışında yer alan öğrenme ortamlarında yapılan uygulama ve etkinlikler, öğrencilerin kendi düzey ve gelişimlerine uygun bir hızda öğrenmelerine fırsat vermekte, motive ederek öğrenciye cesaret

vermekte (Melber & Abraham, 1999) ve sınıf içinde öğrenilen bilgilere destek olmaktadır (Gerber, Marek & Cavallo, 2001). Okul dışında kalan öğrenme ortamlarında yapılan uygulamaların fen bilimleri-sosyal bilimler-matematik-sanat vb. disiplinlerde öğrenmeye katkı sağlar. Bu disiplinlerden en fazla fen bilimleri ile sosyal bilimlerde katkısı bulunmaktadır. Çünkü fen-sosyal bilimler dersleri günlük yaşamla iç içe olan, soyut kavramların bulunduğu, çevresel faktörleri içeren araştırma-incelemeye açık konulara sahiptir (Erten & Taşçı, 2016). Okul dışında kalan fen öğrenme ortamları ise fen dersinde yer alan günlük yaşamda karşılaşılan olgu, olay ve kavramların öğrenilebilmesi için öğrencilerin fene yönelik ilgi, heyecan, merak duymalarını sağlayan, fene yönelik tutum ve motivasyonlarını canlı tutan, fenle ilişkili kavramları günlük yaşam içinde etkinliklerle keşfederek öğrenmelerine, ilişkilendirmelerine, açıklamalarına kolaylık sağlayan, kavramlar ve olguları araştırma, inceleme ve gözlem yoluyla eğlenerek öğrenmeyi amaçlayan, formal fen öğretimini destekleyen, fen öğretim programlarıyla ilişkilendirilen okul duvarlarının dışındaki öğrenme ortamları olarak açıklanabilir (Bozdoğan, 2018; National Research Council, 2009; Yıldırım, 2018). Sınıf-laboratuvar ortamı fen derslerinin öğretiminde sınırlı bir öğrenme ortamıyken, fen öğrenme-öğretme sürecinde okul dışı ortamlar öğrenciye çok sayıda öğrenme fırsatları sağlamaktadır (Sontay, Tutar & Karamustafaoğlu, 2016). Okulun dışında gerçekleştirilen fen öğrenmeye ilişkin deneyimler fene dersine ilişkin olumlu tutum-ilgi-motivasyon ile birlikte fene yönelik becerilerin geliştirilmesini etkilemektedir (Lin & Schunn, 2016).

2.9. Milli Eğitim Bakanlığı'nın Fen Dersi Öğretim Programlarında Okul Dışı Öğrenmenin Yeri

Öğretim programı, öğrencilere okul içinde ve okul dışında kalan öğretim ortamlarında geliştirilmesi amaçlanan bilgi-duygu-becerilere yönelik davranışların derslerin öğretimi sürecinde gerçekleştirilen etkinliklerin tamamını içeren bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Çoban, 2017, s. 30). Fen bilimleri dersine ait öğretim programlarında da öğrencilerde bilişsel-duyuşsal-devinimsel özelliklerin geliştirilebilmesi için fen öğretimi sürecinde okul içi öğrenme-öğretme ortamının okul dışı öğrenme ortamıyla da desteklenmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir. Bu durum 2005, 2013, 2018 ve 2024 yıllarına ait fen bilimleri dersi öğretim programlarında Tablo 3'te görüldüğü gibi yer almıştır.

Tablo 3. Fen Bilimleri Dersine Ait 2005-2013-2018-2024 Öğretim Programları İçinde Okul Dışı Öğrenmenin Yeri

Yıl	Okul Dışı Öğrenme Fen Dersi Öğretim Programdaki Yeri
2005	Öğretim programında yapılandırmacı öğrenme teorisi temel alınmıştır. Bu teoriye uygun sorgulayıcı araştırma etkinlikleri, fen laboratuvarlarında gerçekleştirilen deney ile okul dışı ortamlara yapılacak geziye kadar farklı etkinlikleri kapsamaktadır. Bu etkinliklerin tamamı öğrencilerin fiziksel-biyolojik-teknolojik dünyaya yönelik sorulara cevap bulabilme girişimine aktif bir şekilde katılmasıyla yapılır (MEB, 2005a; MEB, 2005b).
2013	Fen derslerinin planlama ve uygulama sürecinde temel olarak öğrencinin aktif, öğretmenin ise rehber-yönlendirme rolünde olduğu öğrenme-öğretme ortamlarına yer verilmiştir. Fen dersinde yer alan bilgilerin anlamlı-kalıcı şekilde öğrenilebilmesi amacıyla sınıf-okul dışında kalan öğrenme ortamlarının, araştırma sorgulama tabanlı öğrenme stratejisi dikkate alınarak dizayn edilir. Bu durumda informal öğrenmede yer alan ortamlardan da (bilim-sanat merkezi-arkeoloji müzesi-hayvanat bahçesi-doğal ortamlar vb.) yararlanılır (MEB, 2013).
2018	Fen derslerinin planlama ve uygulama sürecinde öğrencinin odakta olduğu öğrenme-öğretme ortamlarının kullanılması (proje tabanlı öğrenme-probleme dayalı öğrenme-argümantasyon-işbirlikli öğrenme vb.) temel alınmıştır. Bilgilerin anlamlı-kalıcı öğrenilebilmesi amacıyla okul içindeki ve okul dışındaki öğrenme-öğretme ortamlarının araştırma-sorgulama tabanlı öğrenme stratejisi temel alınarak dizayn edilir. Bu durumda informal öğrenmede yer alan ortamlardan da (bilim-sanat merkezi-arkeoloji müzesi-hayvanat bahçesi vb.) yararlanılır (MEB, 2018).
2024	Fen derslerinin planlama ve uygulama sürecinde disiplinler arası tecrübeler gerekli olduğunda disiplinler üstü-disiplinler ötesi tecrübelere yönelik ilgi alanlarının keşfedilmesi, yeteneklerinin geliştirilmesi, toplum bilinci olan aktif bir vatandaş olabilmeleri amacıyla okul dışında olan öğrenme deneyimlerinin sunulduğu programın dışında olan etkinliklerin kullanılmasına da yer verilmiştir. Öğretim programında ünitelerin sıralamasında konuların içeriği, önemli gün-haftalarla birlikte öğrenme ortamları dikkate alınarak planlaması yapılmıştır. Buna göre fen derslerinde okul dışı öğrenme ortamlarına da yer verilebilmesi amacıyla ilkbahar aylarında yapılacak öğretimde son üniteler sürdürülebilirlik-çevre konuları şeklinde planlanmıştır. Öğretim sürecinde okul içi-dışı öğrenme ortamlarının planlanmasında bu prensiplere dikkat edilmesi gerekir. Öğretim programında öğretim etkinliklerinin hem sınıf-okul içindeki hem de okul dışındaki öğrenme ortamlarında (bilim-sanat merkezi-müze-planetarium vb.) planlanması gereği belirtilmiştir. Bu etkinliklerin yapılması sürecinde öğretmenin kılavuzluğunda öğrencinin bilgiyi anlamlandırması, günlük hayatla ilişkilendirmesi, bilimsel bir araştırma sürecini deneyimlemesi ve öğrendiğini bir ürün ya da uygulamaya dönüştürmesi beklenir (MEB, 2024).

Tabloda görüldüğü gibi 2005-2013-2018-2024 fen dersine ait öğretim programları kapsamında formal eğitim-öğretimin okul dışı öğrenme ortamları ile desteklenmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir.

Öğrenmenin eğlenceli bir hale getirilebilmesi ve öğrencilerin öğrenme ortamına istekli bir şekilde katılımlarını sağlamak amacıyla okul dışında olan

öğrenme ortamlarının daha aktif bir biçimde kullanımı ve derslerin öğretim programlarıyla da entegrasyonunun yapılması gerekmektedir (Sontay, Tutar & Karamustafaoğlu, 2016).

3. Okul Dışı Öğrenme Süreci

Okul dışı öğrenme ortamları öğrencilerin aktif olarak yer aldığı, yaparak-yaşayarak öğrendiği ve ziyaret edilen öğrenme ortamlarının okulun dışındaki ortamlar olması nedeniyle öğrencilerin ilgilerini çeken ve ders konularının gerçek yaşam ortamlarında deneyimlenmesini sağlayan öğrenme ortamları olarak da açıklanabilir (Yıldırım, 2018). Bu bağlamda okul dışı eğitimde yer alan öğrenme-öğretme faaliyetleri; derslerin hedeflerini gerçekleştirebilmek ve kazanımları geliştirebilmek amacıyla eğitim ortamını sınıf duvarlarının dışına taşınmasını sağlayan bir başka deyişle formal eğitimle ilişkisi bulunan bir süreç olarak ifade edilebilir (Yavuz Topaloğlu, 2016). Okul dışı öğrenmede yer alan öğrenme ortamları plansız-programsız kendiliğinden gerçekleşebilen öğrenme durumlarının olduğu ortamlar değildir. Aksine derslerin amacı ve öğretim programlarındaki kazanımların gelişimine yönelik planlanan etkinliklerin uygulandığı ortamlardır (Laçın Şimşek, 2011). Bu bağlamda okul dışı ortamlara düzenlenecek gezilerde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri okul dışı öğrenme sürecinin ve gezilerin planlamasıdır (Bozdoğan, 2012; Ertaş, Şen & Parmaksızoğlu, 2011; Yıldırım, 2018).

Okul dışı öğrenme ortamları okul duvarlarının dışında yer alan öğretim programındaki hedeflerin gerçekleşmesini amaçlayan, bu hedeflerle ilişkilendirilerek seçilen, planlı ve programlı biçimde gerçekleştirilen, ilgiyi çekerek ve eğlenerek öğrenmeyi sağlayan bir öğrenme ortamıdır. Buna göre okul dışı öğrenme ortamlarına düzenlenecek geziler sıradan gezilerden farklı olduğu için geziden önce, gezi yapılırken ve geziden sonra öğretmen tarafından yapılması gerekenler vardır.

3.1. Okul Dışı Öğrenme Ortamına Düzenlenecek Gezi Öncesinde Yapılacak Hazırlık

Okul dışı öğrenme ortamına düzenlenecek gezi öncesi yapılması planlanan faaliyetlerin tamamı okul dışı öğretim öncesinde öğretmenlerin yapacağı hazırlık aşamasını oluşturur. Okul dışı öğretim sürecinin (Okuldan okul dışı öğrenme ortamına gidiş, okul dışındaki öğrenme ortamındaki öğretim ve okula dönüş) okuldaki öğretim süresi içinde planlanmasına dikkat edilmesi gerekir.

a. Gezi Düzenlenecek Okul Dışı Ortamların Belirlenmesi

Öğretmenler gezi öncesinde hangi okul dışı öğrenme ortamında dersini yapacağını belirlemelidir. Bu amaçla gezi öncesinde okul dışı ortamların öğretmen tarafından ziyaret edilmeli, bu ortamlar hakkında rehberlerden bilgi alınmalı ve öğrencilerde gelişimi amaçlanan kazanımlar dikkate alınarak okul dışı öğrenmede kullanılacak ortamlar belirlenmelidir. Gezi düzenlenecek okul dışı öğrenme ortamları fen dersi öğretim programında yer alan kazanımlarla ilişkilendirilerek seçilmelidir. MEB (2020) tarafından ortaokul fen dersine yönelik gezi düzenlenecek okul dışı öğrenme ortamları ile fen dersine ait 2018 yılı öğretim programında yer alan öğrenme çıktılarının ilişkilendirilmesine yönelik örnekler verilmiştir ve bunlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarıyla Öğrenme Çıktılarının İlişkilendirilmesi

Sınıf Düzeyi	Ünite	Kazanım	Okul Dışı Öğrenme Ortamları	Kazanımlarla Okul Dışı Öğrenme Ortamları Arasındaki İlişki
5	E5.6.İnsan-Çevre	E5.6.3-Yıkıcı Doğa Olayları	AFAD Kurumundaki Deprem Simülasyon Merkezi	Yıkıcı doğa olayları içinde yer alan Deprem'in yol açtığı etkileri ve bu etkilerden nasıl korunulacağını yaşayarak gözlem yapar.
6	E6.1.Güneş Sistemi-Tutulmalar	E6.1.2-Güneş-Ay Tutulması	A.Ü. Kreiken Rasathanesi- Feza Gürsey Bilim Merkezi'ndeki Planetaryum	Güneş ve ay tutulması olaylarının oluşumunu gözlem yaparlar. Gökevindeki Kubbe ekrana yansıtılan animasyon izlenir.
7	E7.2.Hücre-Bölünmeler	E7.2.1-Hücre	A.Ü. Veteriner Fakültesinde Yer Alan Anatomi Müzesi ve Zooloji Sergisi Türkiye Tohum-Gen Bankası Bilkent Üniversitesi'nde Yer Alan Genetik Mühendisliği	Canlı varlıkların hücrelerden meydana geldiğini, hücrelerden organizmanın oluştuğunun gözlemini yapar.

8	F8.3.Basınç F8.3.1- Basınç	Feza Gürsey Bilim Merkezi'ndeki Basınç Etkinliği-Hacettepe Üniversitesi'ne ait Fizik Mühendisliği'ndeki Fizik Oyunları Bölümü	Katı-sıvı basıncıyla ilişkili değişkenleri deneyerek eğlenceli bir oyunla inceler. Katı, sıvı ve gaz basıncına ilişkin günlük yaşamdaki uygulamalara örnekler verir.
---	----------------------------------	--	--

Tablo 4'teki örneklerde görüldüğü gibi 5, 6, 7 ve 8. Sınıf fen bilimleri dersi öğretim programındaki kazanımlarla okul dışı öğrenme ortamları arasında ilişkiler kurulabilmekte ve ülkemizdeki okulların dışındaki kurum, kuruluş ve yerler okul dışı öğrenme için zengin ortamlar sunmaktadır. Tablo 4'teki gibi okul dışı öğrenme ortamlarıyla öğrenme çıktılarının ilişkilendirildiği ve okul dışı öğrenmenin, doğasına uygun bir şekilde öğrenme amacıyla uygulandığı takdirde, öğrencilerde gelişimi amaçlanan bilişsel, duyuşsal ve devinimsel özellikler kazandırılabilir.

b. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarında Yapılması Planlanan Etkinliklerin Belirlenmesi

Okul dışı öğrenme ortamı öğretmen tarafından ziyaret edilerek okul dışı öğrenme ortamında yapılan etkinlikler hakkında rehberlerden bilgi alınmalıdır. Bu bilgiler göz önüne alınarak öğretim programındaki kazanımların gelişimine katkı sağlayabilecek okul dışı öğrenme ortamındaki etkinlikler belirlenmelidir. Ayrıca öğrencilerin ilgisini çekebilecek, derse yönelik olumlu tutum sağlayabilecek ve öğrencileri dersi öğrenmeye yönelik motive edebilecek okul dışı öğrenme ortamındaki etkinliklere de yer verilmelidir. Okul dışında kalan öğrenme ortamında yapılacak etkinliklerin önceden planlanması gerekir. Ancak bu etkinlikler okul dışındaki öğretim şartlarına göre uyum sağlayabilecek, öğrenme stilleri farklı öğrencilere hitap edebilecek, araştırma-sorgulamaya ve kazanımların gelişimine de imkân sağlayabilecek şekilde hazırlanması gerekir.

c. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarına Yönelik Ders Planı Ve Gezi Planlarının Hazırlanması

Okul dışındaki öğrenme ortamında gerçekleştirilecek öğretime yönelik öğrenme çıktıları ve öğretimi amaçlanan konulara yönelik olarak ders planları ve gezi planları hazırlanmalıdır.

d. Gezi Randevularının Alınması ve Rehberlerin Ayarlanması

Gezilerden önce okul dışı öğrenme ortamlarından gezi randevuları alınmalı ve rehberler ayarlanmalıdır. Öğretmenler derslerini yapacakları okul

dışı öğrenme ortamının bulunduğu kurum-kuruluş-organizasyona tarih ve ziyaret süresi hakkında bilgilendirme yapılmalıdır.

e. Gerekli İzinlerin Alınması

Geziler yapılmadan önce okul yönetimi ile işbirliği yapılarak velilerden ve okulun bulunduğu İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü'nden Okul Müdürlüğü aracılığıyla gerekli izinler alınmalıdır.

f. Rehberlerin Gezi Hakkında Bilgilendirilmesi

Rehberlere sınıf düzeyi ve öğretim programındaki öğretimi yapılacak konu ve kullanılacak öğretim yöntemi hakkında bilgiler verilmelidir.

g. Öğretim Materyallerinin Hazırlanması

Öğretmenler okul dışı öğrenme ortamına yaptıkları ziyaret sonucunda kazanımların gelişimini sağlamak ve formal eğitimi okul dışı eğitimle de desteklemek amacıyla ihtiyaç duyduğu derse yönelik öğretim materyallerini geliştirir. Bu amaçla ön bilgi testleri, çalışma kâğıtları, gözlem formları, etkinliklerle ilgili tahmin-gözlem-açıklama formları, etkinlik formları vb. öğretmen tarafından hazırlanmalıdır

h. Okul Dışındaki Ortamlara Ulaşım, Yeme, İçmenin Planlanması

Okul dışı öğrenme ortamına düzenlenecek geziye ilişkin ulaşım araçlarının okulun bulunduğu ilçe belediyeden ayarlanması ve çocukların gezi sürecinde yiyecek ve içecek ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik planlamalar yapılmalıdır.

1. Öğrencilerin Bilgilendirilmesi

Öğrencilere okul dışındaki öğrenme ortamına düzenlenecek gezide uyulması gereken kurallar mutlaka açıklanmalıdır. Öğrenciler okul dışı öğrenme ortamına yapılacak gezi ve öğrenme - öğretme süreci hakkında bilgilendirilir. Gezinin sadece eğlence amaçlı olmadığı ve öğrenme – öğretme amaçlı olduğu açıklanır. Gezi süreci ve gezi sonrası yapılacaklar hakkında bilgi verilir.

Okul dışı öğrenme ortamında gerçekleştirilecek öğretim sürecinde okul dışı öğrenme ortamının tamamının ve içindeki tüm etkinliklerin-materyallerin görülmesi gibi bir şart yoktur. Okul dışı öğrenme ortamındaki tek bir tematik alana-atölyeye-galeriye-materyale-deneye-etkinliğe-varlığa odaklanılarak da öğretimin planlanması yapılabilir. Ayrıca kazanımların gelişimine destek olabilecek yaratıcı drama-atölye gibi çalışmalar yapılabilir.

3.2. Okul Dışı Öğrenme Ortamında Gezi Süreci

Öğrenciler öğretim materyallerinin doldurulması, etkinliklere katılımları ve gözlem yapmaları hakkında bilgilendirilir. Öğrencilere çalışma kâğıtları, gözlem formları ve TGA formları dağıtılır. Bu materyallerdeki sorulara öğrencinin keşif-gözlem-denemeler yapma yoluyla cevaplar vermesi sağlanır.

Gezinin yapılması esnasında öğrencilere fazla sorumluluk verilmemeli, eğlenme ve sosyalleşme ile öğrenme temel alınmalıdır. Okul dışı öğrenme ortamlarında öğretmen ve rehber eşliğinde gruplar halinde etkinlikleri ders planlarına ve etkinlik planlarına uygun olarak gerçekleştirilir. Okul dışı öğrenme ortamına yapılan gezide mutlaka bir öğrenme-öğretme yaklaşımı, yöntem, tekniği kullanılmalıdır. Öğretim süreci giriş, gelişme, sonuç ve değerlendirme bölümleri olarak planlanabilir. Ayrıca gezi esnasında öğrencilerin serbest zaman etkinlikleri yapmalarına özen gösterilmelidir. Konulara ilgiyi çekmek ve motivasyonu sağlamak amacıyla öğrencilerin serbest bir şekilde 5-6 dakikalık süre dâhilinde okul dışı öğrenme ortamlarını gezmeleri sağlanmalıdır.

3.3. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarına Düzenlenen Gezi Sonrası

Okul dışı öğrenme ortamına düzenlenen geziden sonra yapılmış etkinlikler ve faaliyetler sınıfta paylaşılmalı, tartışılmalı, değerlendirilmeli ve öğretimi amaçlanan kazanımlara yönelik genellemelere ulaşılmalıdır. Atölye çalışmalarında ortaya konulmuş ürünlerin (Afiş, resim, maske vb.) sergilenmesi yapılır. Okul dışı öğrenme ortamındaki öğretimde ulaşılan sonuçlar kompozisyon-mektup yazma, gazete-broşür-afiş hazırlama, tartışma yapılması vb. etkinliklerle ortaya konulabilir. Gezinin yapılması esnasında öğrencilerin çektiği fotoğraf-videoların düzenlenerek sergisi yapılabilir. Gezi sürecinde yapılanlar hakkında öğrencilerin velilerini bilgilendirmek amacıyla çalışmaların da (öğrenci fotoğraflarının yer aldığı multimedya unsurlarını da içeren görsel gezi sunumu vb.) yapılması gerekir. Gezi sonrasında öğrencilerin yapmış oldukları deneyler, etkinlikler ya da görmüş oldukları materyaller hakkında kazanımlarla ilişki kurulmalı ve böylece okul dışı öğrenme ortamındaki deneyimlerin sınıftaki formal öğrenme ortamına entegrasyonu sağlanmalıdır.

Gezi gözlem formları, deney-etkinlik formları, Tahmin-Gözlem-Açıklama formları incelenerek öğrencilere gezi sürecinde yaptıkları etkinliklere ilişkin sorular yöneltilmelidir. Gezinin yapılması esnasında öğrencilerin yaşadıkları deneyimler sınıf içinde paylaşılmalı ve gezide yapılan etkinlikler hakkında tartışma yaptırılarak genellemelere ulaşılmalıdır. Öğrencilerin gelişimleri sonuç ve süreç odaklı ölçme-değerlendirme araçlarıyla sınıfta ölçülmelidir.

Gezide yaşanan problemler ve nedenleri belirlenmeli ve düzenlenecek başka gezilerde bu problemlerle karşılaşılması amacıyla alınması gereken önlemlerin planlanması yapılmalıdır.

4. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarında Öğretim Süreci

Okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen öğretim sürecinde mutlaka bir öğrenme-öğretme yaklaşımı, yöntem, tekniği kullanılmalıdır. Bunlar: 5 E öğrenme modeli, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisi, Gösteri, Gösterip-Yaptırma, Drama, Rol Oynama, Argümantasyon Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı, Yaşam Temelli Öğrenme Yaklaşımı, Tahmin-Gözlem-Açıklama Tekniği, Tahmin-Tartışma-Açıklama-Gözlem-Tartışma-Açıklama (TaTGA) Tekniği olabilir. Öğretim süreci giriş, gelişme, sonuç ve değerlendirme bölümleri olarak planlanabilir. Okul dışı öğrenme ortamlarına yapılacak gezi, okuldaki öğretim süresi içinde gerçekleştirilmesi gerekir. Bu sürenin aşılmaması için okul dışı öğrenme ortamlarındaki öğretim, süre açısından çok iyi planlanması gerekir.

4.1. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Formal Öğretime Entegrasyonu

Okul dışı öğrenmede yer alan ortamların formal öğretime entegre edebilmek için, öğrenciyi merkeze alan öğrenme-öğretme yaklaşım-yöntem-tekniklerinin öğrenciyi merkeze alacak şekilde kullanılması gerekmektedir. Ayrıca ders öğretmeni Okul Dışı Öğrenme Ortamı Rehberiyle iletişime geçerek gezi öncesinde ders planları, yapılacak etkinlik ve kullanılacak öğrenme-öğretme yaklaşımı ve öğrenci sınıf düzeyi ve özellikleri hakkında bilgi vermeli ve okul dışındaki öğretimin öğretmen merkezli yerine öğrenci merkezli olarak uygulanması planlanmalıdır. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Formal Öğretime Entegrasyonunun etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi ve öğrenme çıktılarının gelişim düzeyi ders öğretmeni ve rehber-eğitmenin Pedagojik Alan Bilgisi Yeterliliğine bağlıdır. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Formal Öğretime Entegrasyonu okul dışı öğrenmenin doğasına ve kuramsal yapısına uygun bir şekilde yapılmazsa, okul dışı öğrenme ortamlarına yapılacak gezi öğretim amaçlı değil okul duvarlarının dışında güzel vakit geçirme amaçlı bir geziye dönüşür.

Öğrenme çıktılarının gelişimini sağlamak amacıyla okul dışı öğretim sürecinin esnek bir şekilde tasarlanmasına ve yaratıcı-ilgi çekici etkinliklerin planlanmasına özen gösterilmelidir. Ayrıca okul dışı öğrenme ortamlarında belli bir öğretim planı-program dâhilinde öğretim çıktılarının gelişimi sağlanırken, öğrencilerin güzel zaman geçirmelerine ve eğlenerek öğrenmelerine de dikkate edilmelidir.

4.2. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Formal Öğretime

Entegresyonu: Giriş Etkinlikleri

Öğretime giriş etkinlikler gezi öncesinde sınıfta ya da gezi esnasında gerçekleştirilebilir. Gezi öncesinde okul dışı öğrenme ortamları hakkında broşürler öğrencilere dağıtılarak konulara ilgi çekilerek öğrenciler öğrenmeye motive edilmelidir. Ayrıca gezi öncesinde beyin fırtınası tekniği ve ön bilgi testleriyle öğrencilerin konuyla ilişkili ön bilgileri ve hazır bulunuşlukları belirlenmelidir. Okul dışı öğrenme ortamlarında öğretime giriş etkinlikleri yapılacaksa gezi süresinin ekonomik kullanmak amacıyla teknolojik uygulamalardan da faydalanılmalıdır. Örneğin öğrencileri Plickers QR Cevap Kartları dağıtılarak, öğrencinin tablet ya da telefona ihtiyacı olmadan ön bilgileri ve hazır bulunuşluk düzeyleri çoktan seçmeli, doğru yanlış gibi sonuç odaklı ölçme ve değerlendirme araçlarıyla ölçülebilir.

Yine konulara ilgiyi çekmek ve motivasyonu sağlamak amacıyla öğrencilerin serbest bir şekilde 5-6 dakikalık süre dâhilinde okul dışı öğrenme ortamlarını gezmeleri sağlanmalıdır.

4.3. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Formal Öğretime

Entegresyonu: Gelişme Etkinlikleri

Okul dışı öğrenmede yer alan ortamlardaki öğretimde okul dışı öğrenme ortamındaki bütün etkinliklerin yapılması, nesnelerin görülmesi, gösterilerin izlenmesi ya da galerilerin gezilmesi mümkün değildir. Bu nedenle okul dışı öğrenme ortamındaki tek bir tematik alana-atölyeye-galeriye-materyale-deneye-etkinliğe-varlığa odaklanılarak öğretim yapılmalıdır. Bu bağlamda okul dışı öğretim için yapılan planda yer alan öğrenme çıktılarını geliştirebilmek amacıyla okul dışı öğrenme ortamındaki belirli etkinlikler fen bilimleri öğretmeni ve rehber eşliğinde öğrencilerin de katılımıyla dokunarak-yaparak araştırma sorgulama yoluyla gerçekleştirilmelidir. Etkinliklerde Tahmin Gözlem Açıklama Tekniği ya da TaTGA tekniği kullanılmalıdır.

Etkinlik öncesinde öğrencilere dağıtılan çalışma kâğıtlarına ya da TGA Formlarına ilgili etkinlikte ne olmasını beklediklerine yönelik tahminlerini yazmaları, etkinlik yaparken gözlemlerini kaydetmeleri, etkinliğin sonunda ise gözlemleri ile tahminlerin tutarlı olup olmadığını gerekçeleriyle birlikte açıklamaları istenilir.

Okul dışı öğrenme ortamlarındaki öğretim süreci sadece etkinliklerle sınırlı tutulmalıdır. Buna ilaveten okul dışı öğrenme ortamlarındaki nesnelerin görülmesinde ya da galerilerin gezilmesinde de TGA, Soru-Cevap, Tartışma kullanılabilir. Örneğin bir üniversitenin Omurgalı Hayvanlar Laboratuvarını, Herbaryumu, Omurgasız Hayvanlar Laboratuvarını,

Rüzgâr Tribününü (Yel Değirmeni), Milli Parkı, Botanik Bahçesini, Ankara Üniversitesi'ndeki Veteriner Fakültesi'ne ait Anatomi Sergi Salonunu (Canlı örneklerinin destek-hareket yapılarının gözlemine yapar kazanımını geliştirebilmek için) gezerken araştırma, inceleme ve gözlem yoluyla TGA, Soru-Cevap, Tartışmayı da kullanarak öğrenci merkezli bir şekilde öğretim yapılmalıdır. Bu amaçla öğrenciler için gezi öncesinde hazırlanan Çalışma Kağıtları, Araştırma-İnceleme-Gözlem Formları dağıtılmalıdır.

Ayrıca gezi esnasında öğrencilerin serbest zaman etkinlikleri yapmalarına özen gösterilmelidir.

4.4. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Formal Öğretime Entegrasyonu: Sonuç Etkinlikleri

Sonuç bölümünde ise etkinlikler sonunda öğretimi amaçlanan kavram ya da konular önce öğrencilere açıklatılır, sonra ise rehber ve öğretmen tarafından açıklanmalıdır. Ayrıca sonuç bölümünde okul dışı öğrenme ortamlarına yapılan ziyaretlerin sonrasında yapılan her bir etkinlikle ilgili öğrenci izlenimleri sınıfta paylaşılmalı, tartışılmalı ve genellemelere ulaşılmalıdır. Bu amaçla öğrencilerin hazırladıkları gezi gözlem formları, deney-etkinlik formları, tahmin-gözlem-açıklama formları incelenerek öğrencilere gezi sürecinde yaptıkları etkinliklere ilişkin sorular yöneltilmelidir. Gezinin yapılması sürecinde öğrencilerin yaşadıkları tecrübeleri sınıf içinde paylaşımları sağlanmalı ve gezide yapılan etkinlikler hakkında tartışma yaptırılarak genellemelere ulaşılmalıdır. Gezi esnasında öğrencilerin yapmış oldukları deneyler, etkinlikler ya da görmüş oldukları materyaller hakkında kazanımlarla ilişki kurulmalı ve böylece okul dışı öğrenme ortamındaki deneyimlerin sınıftaki formal öğrenme ortamına entegrasyonu sağlanmalıdır.

Bu süreçte öğrencilerde öğrenme eksikleri var ise mutlaka sınıfta öğretimi amaçlanan kazanımlara yönelik destekleyici (deney, örnek olay, problem senaryoları, simülasyon, animasyon, analogi vb.) etkinlikler öğrenci merkezli bir şekilde gerçekleştirilmelidir.

4.5. Okul Dışı Öğrenme Ortamlarının Formal Öğretime Entegrasyonu: Değerlendirme Etkinlikleri

Değerlendirme bölümünde ise öğrencilerin gelişimleri geleneksel ve alternatif ölçme-değerlendirme araçlarıyla genellikle sınıfta ya da kısıtlı süre nedeniyle sınırlı da olsa okul dışı öğrenme ortamlarında ölçülebilir.

Ölçme ve değerlendirme etkinliklerinin öğretimin başında öğrencileri tanıma, öğretim süreci esnasında öğretimi biçimlendirme öğretim sonunda düzey ve öğrenme eksiklerini belirleme amacıyla bir başka deyişle sadece

öğretimin sonunda değil her aşamasında yapılması gereği unutulmamalıdır. Bu amaçla sonuç odaklı ölçme araçlarından çoktan seçmeli-doğru yanlış-boşluk doldurma-kısa cevaplı-uzun cevaplı testler ile süreç odaklı ölçme araçlarından analitik-holistik dereceli puanlama anahtarları-öz-akran-grup değerlendirme-kontrol listesi-derecelendirme ölçeği-performans-etkinlik değerlendirme formları kullanılabilir. Ayrıca öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamlarına ve okul dışı öğrenme ortamlarında gelişimi amaçlanan duyuşsal özelliklerini ölçmek amacıyla likert ölçekler, öğrencilerin düşünce, duygu ve demografik özellikleri belirleyebilmek amacıyla anketler uygulanabilir.

Okul dışı öğrenme ortamlarında öğretim esnasında ya da sonunda ölçme değerlendirme etkinlikleri yapılacaksa gezi süresinin ekonomik kullanılması amacıyla teknolojik uygulamalardan da faydalanılmalıdır. Örneğin öğrencilere Plickers QR Cevap Kartları dağıtılarak, öğrencinin tablet ya da telefona ihtiyacı olmadan öğrenme düzeyleri ve öğrenme eksiklikleri çoktan seçmeli, doğru yanlış gibi sonuç odaklı ölçme ve değerlendirme araçlarıyla ölçülebilir.

Atölye çalışmalarında ortaya konulmuş ürünlerin (Afiş, resim, maske vb.) sergilenmesi yapılır. Okul dışı öğrenme ortamındaki öğretimde ulaşılan sonuçlar kompozisyon-mektup yazma, gazete-broşür-afiş hazırlama, tartışma yapılması vb. etkinliklerle ortaya konulabilir. Gezide çekilen fotoğraf ve videolar düzenlenerek sergilenebilir. Gezi sürecinde yapılanlar hakkında öğrencilerin velilerini bilgilendirmek amacıyla çalışmaların da (öğrenci fotoğraflarının yer aldığı multimedya unsurlarını da içeren görsel gezi sunumu vb.) yapılması gerekir.

Bu aşamada istasyon tekniği de kullanılabilir. Okul dışı öğrenme ortamlarına düzenlenen gezilerde yapılan etkinlikler ve görülen nesnelere ya da okul dışı ortama yönelik afiş, resim, şarkı, akrostiş, öykü hazırlama istasyonları kurulur. Okul dışı ortamlarına düzenlenen gezi sonrasında sınıfta öğrencilerin istasyonlardaki etkinliklere katılmaları sağlanır.

Gezide yaşanan problemler ve nedenleri belirlenmeli ve düzenlenecek başka gezilerde bu problemlerle karşılaşılmasını amacıyla alınması gereken önlemlerin planlanması yapılmalıdır. Ayrıca okul dışı öğrenme ortamlarının formal öğretime entegrasyonu sürecinde yaşanan sorunlar belirlenerek daha sonra yapılacak okul dışı öğretim sürecinde bu sorunların yaşanmaması için gerekli önlemler de alınmalıdır.

Okul dışı öğrenme ortamlarına düzenlenen gezinin okuldaki formal öğretim süresi içinde yapılması gerektiği unutulmamalıdır. Gezi yapılırken süre sınırlılığı nedeniyle okul dışı öğrenme ortamlarının formal öğretime

entegresyonunda giriş, gelişme, sonuç ve değerlendirme etkinliklerinin hangilerinin sınıf içinde hangilerinin okul dışı öğrenme ortamında yapılacağının çok iyi planlanması gerekir.

5. Okul Dışı Fen Öğrenme Ortamlarına Örnekler

5.1. Okul Bahçeleri

Okul dışı öğrenme ortamları okul bahçelerinden başlayarak okul binası duvarlarının dışında kalan yerleri içermektedir. Okul binası içinde öğrenim gören öğrencilere en yakın olan okul dışı öğrenme ortamı okul bahçesidir. Okul bahçelerinin, öğrencileri diğer okul dışı öğrenme alanlarına götürme konusunda gezi maliyeti-sağlık-güvenlik noktalarından daha az riske sahiptir. Okul bahçeleri, mevsim değişimi ve çevreye yansması gibi doğa olaylarının değişiminin ayrıntılı gözlem yapma imkanı sunan ortamlardır (Loxley, Dawes, Nicholls & Dore, 2016). Fen bilimleri dersinde yer alan kavramların ve konuların okul bahçeleri denilen gerçek yaşam ve öğrenme ortamlarında yaparak yaşayarak öğrenilmesi gerçekleştirilebilir. Örneğin okul bahçesindeki bir kümes ve bahçenin bakımı konusunda görevler verilmesi sayesinde çocuklara çevre tutum, çevre farkındalığı, hayvan sevgisi geliştirilebilir. New Jersey School Outdoor Area Working Group (2007)'un yapmış oldukları çalışmada okulların bahçelerinde drama ile açık hava sınıfının, doğal alanların, çeşitli ekosistemlerin (ağaçlık alan, çayır vb.), sessiz alanların, sosyal aktivite alanlarının, sanat alanlarının, kum-su oyunlarının, iç ve dış mekân alanlarının, çocuklar için özel ihtiyaç alanlarının bulunmasının gerekli olduğu belirtilmiştir.



Okul Bahçeleri. <https://yasamicintoprak.org/kendine-yeten-okullar#0491a6ff-6620-48be-8903-8205135abe76> sayfasından erişilmiştir.

5.2. Bilim ve Teknoloji Merkezleri

Bilim merkezleri deney-etkinlikler sayesinde hem bilim hem de teknolojinin toplumu oluşturan bireyler tarafından anlaşılır duruma gelmesine katkı sağlayan, toplumdaki bireyleri denemek ve keşfetmek konusunda teşvik etmeye çalışan, kar elde etme amacı olmayan kamunun yararının dikkate alındığı kamu-özel sektör tarafından kurulan ve çalışmalarını yürüten kurumlardır (ASTC, 2010; TÜBİTAK, 2018). Kapsamında yer alan deney takımları, sergiler, atölye çalışmaları-etkinlikler, bilim gösterileri-etkinlikler, bilimsel turlar sayesinde ziyaretçilerine zengin öğrenme içeriklerini sunarak eğitim-bilim-teknolojiyi bütünleştiren bilim merkezleri, okul dışında yer alan öğrenme ortamlarının içinde önem arz etmektedir (Bozdoğan, 2020; Eshach, 2007; Şentürk & Özdemir, 2014).



Feza Gürsey Bilim merkezi. <https://www.fgbm.com.tr/neler-yapiyoruz/etkinlik-takvimi/sayfasından erişilmiştir>.

5.3. Müzeler

Geçmişten başlayıp günümüze kadar insanların kültürel varlıklarının tamamını ve eserleri sanatsal bir kaygı ile birlikte bilimsel bir bakış açısıyla koleksiyon halinde sunan yapılardır. Bir toplumla ilgili olan ne varsa bunları kültürel değerlerinin olacağı varsayımı ile hareket eden müzeler bu varlıkları toplayarak sergilenmesi sorumluluğuna sahiptir (Yücel, 1999, s.18). Toplumların kültürel izlerine sahip olan eserlerin sergilenmesi görevine sahip müzelerin sadece kültürel açıdan bilinçlenme değil buna ilaveten öğrencilerin öğrenme hedeflerine katkı sunmayı da amaçlamaktadır. Öğrencilerin toplumların kültürlerine ilişkin farkındalık geliştirmek, tarih bilinci oluşturmak, kültür mirasına yönelik olumlu tutum gelişimine katkı sağlama gibi amaçları da vardır. Buna ilaveten müzeler öğrenme-öğretme ortamları olarak da kullanılmakta ve müzelerde interaktif öğrenme etkinlikleri de yapılmaktadır (Yeşilbursa, 2011; Üztemur, 2017).



Anadolu Medeniyetler Müzesi. <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/ankara/gezilecekler/anadolu-medeniyetler-muzesi> sayfasından erişilmiştir.

5.4. Gökevi (Planetaryum)

Projektörlerin kullanılması sayesinde gökyüzünün kubbe şekline sahip bir ekrana simülasyonların yansıtıldığı bilim merkezleridir. Planetaryumlar gerçeğe yakın sanal bir ortamda gökyüzü-uzay görüntülerinin ve gökyüzünde-uzayda gerçekleşen olayların simüle edilmesi sayesinde soyut astronomi kavram-konularının somut ve ilgi çekici bir şekilde öğrenilmesine katkı sağlar. Projektör teknolojisindeki gelişmeler ve dijital sistemlerin de kullanılması sayesinde planetaryumlar, astronominin dışında kalan konuların sunumlarının ve gösterilerinin gerçekleştirildiği ve bilimsel kavram-olayların öğretiminin yapıldığı okul dışı bir öğrenme ortamına dönüşmüştür. İçerdiği multimedya unsurları sayesinde öğrencilerin ilgisini ve dikkatlerini çeken, eğlenerek-zevk alarak güzel vakit geçirerek öğrenmelerine katkı sunan öğrenme ortamı olarak ifade edilen bilim merkezleridir.



Kayseri Bilim Merkezi Planetaryum. <https://www.kayseribilimmerkezi.com/planetaryum> sayfasından erişilmiştir.

5.5. Bilim Kafeler

Bilim kafeler bilimsel konu-kavramlar hakkında halka açık olan mekânlarda konuşma ve tartışmaların yapıldığı, bilim-teknoloji ile ilgili konuların ele alınarak, alanındaki uzman kişi-kişilere sorular yöneltildiği ve cevapların alındığı ortamlardır. Genellikle bireyler laboratuvar-sempozyum-seminer gibi ciddi ortamlara katılma konusunda isteksizdir (Dilli & Gözcelioğlu, 2025). Buna ilaveten insanların çoğu bilime uzak durarak bilimsel konularla yaşamları arasında ilişki kuramaz Bu durumun ortadan kaldırılabilmesi için bilim kafelerin kurulumu gerçekleşmiştir. Bilim kafeler bireylerin fikirlerini rahat bir şekilde ifade edebildiği ve eğlenirken öğrenebileceği ortamlardır (Kapelari, Carli & Sagmeister, 2019). Bilim Kafe etkinlikleri bilimin topluma sevdinilmesi ve bilim ve toplumu ilgilendiren konularda farkındalığı artırmak amacıyla, toplumu ilgilendiren konularda, kafe, kütüphane, üniversite, galeri, sosyal tesisler, gençlik merkezi gibi halka açık olan alanlarda, alanında uzman bireylerin katılımıyla düzenlenen söyleşilerden oluşmaktadır. İnsanların etkileşim içinde konuşup, tartıştığı ve öğrendiği okul dışı öğrenme ortamlardır.



Üsküdar Belediyesi Bilim Kafe. <https://akademiuskudar.org/tr/bilim/foto/bilim-kafe/2472> sayfasından erişilmiştir.



Bilim Kafe etkinliği: Bu yapay zeka da çok olmuyor mu? %. <https://kampus.metu.edu.tr/kampus3/bilim-kafe-istanbuldaydi> sayfasından erişilmiştir.

5.6. Doğa Eğitimleri

Doğa eğitimleri sürdürülebilir bir gelecek ve yaşanabilecek bir çevre için doğanın korunmasına yönelik farkındalık, bilinç, bilgi ve olumlu tutum gibi özelliklerin kazandırılmasının amaçlandığı etkinliklerdir. Doğa eğitiminde yaparak-yaşayarak, araştırarak sorgulayarak gerçekleştirilen etkinlikler ile öğrenme temel alınır. Doğa eğitimlerinde öğrenciler açık hava laboratuvarı olarak ifade edilebilecek doğada gözlem-araştırma yaparak ve doğayla

etkileşim içine girerek öğrenme amaçlı zaman geçirirler. Doğa eğitimi amacıyla milli parklar, kelebek bahçeleri, sebze bahçeleri, ormanlık alanlar, göller kullanılabilir.



TEMA Doğa Eğitimi. <https://www.tema.org.tr/calismalarimiz/egitim/doga-egitim-programlari/ortaokul-tema-sayfasından> erişilmiştir.

5.7. Botanik Bahçeleri

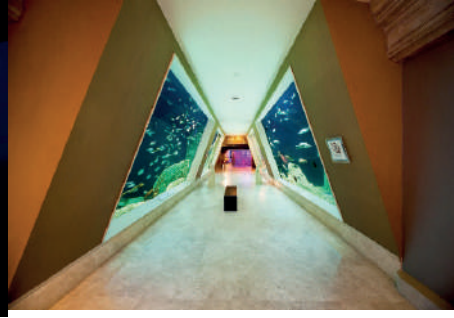
Sahip olduğu bitkilendirme tasarımlar sayesinde dikkat çekici, bilimi temel alarak bitkilerin korunması ve çevre eğitimine katkıda bulunulmasını amaçlayan özel bir bahçe kategorisi olarak açıklanabilir (Önder & Konaklı, 2011). Canlı bitkilere ev sahipliği yapan geniş bitki koleksiyonunun yer aldığı parklardır. Sahip olduğu bitki koleksiyonları sayesinde araştırmaya, eğitime, farklı bitkilerin sergilenmesine ve korunmasına imkân sağlayan açık hava müzesi şeklinde de ifade edilebilir. Botanik bahçelerinde yalnızca bitkiler değil, botanik bahçelerine uygun hayvan türleri de yaşamaktadır. Örneğin botanik bahçesi içindeki bir gölette kuğu, balık, kurbağa bulunabilir (Çelik, 2023). Bu ortamlar ile bitkiler hakkında bilgi sahibi olma ve bitkiler arasında var olan ilişkiler öğrenilebilir (Sellman & Bogner, 2013). Öğrencilerin bitkileri tanıyabilmesi, bitkilerin değerlerini anlayabilmeleri, doğa sevgisinin ve bitkilerin korunması anlayışının çocukluk dönemlerinde kazanılması yönlerinden yararlı okul dışı öğrenme ortamlarıdır (Nuhoglu, 2011).



Bursa Botanik Bahçesi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Bursa_Botanik_Park%C4%B1 sayfasından erişilmiştir.

5.8. Akvaryumlar

Suyun altındaki yaşama ait canlıların bulunduğu, yaşamlarını devam ettirdikleri ve nesli tükenme riski olan canlıların korunmasına imkân sağlayan ortamlardır. İnsanların akvaryum içinde gezmeleri sayesinde canlıların inceleme ve sorularına cevap alma imkânına sahiptir (Oktay, 2025). Akvaryumlar canlı türlerinin korunmasına, çevreye ilişkin düşüncelerin olumlu şekilde değişmesine ve çevre sorunlarına dikkat çekilmesine katkı sağlaması açısından günümüzde eğitimde önem arz etmektedir (Packer & Ballantyne, 2010).



İstanbul Akvaryum. <https://www.istanbulakvaryum.com/> sayfasından erişilmiştir.

5.9. Hayvanat Bahçeleri

Hayvanat bahçeleri Dünya'nın farklı yerlerinde yaşayan vahşi ve evcil hayvanların bir araya getirilmesini amaç edinen müze türlerinden biridir (Yavuz, 2012). Hayvanat bahçelerinde içerdiği hayvanların yaşamını sürdürebileceği iklim ve doğa şartları oluşturulmaktadır.



Bursa Hayvanat Bahçesi. <https://www.bursahayvanatbahcesi.com/hayvanlarimiz/sayfasından erişilmiştir>.

5.10. Milli Parklar

Milli parklar bireylerin doğayı gezmeleri sürecinde eğlenerek öğrendikleri, hoş zaman geçirdikleri, gözlem, araştırma-sorgulama yoluyla yaparak yaşayarak öğrenebildikleri açık hava laboratuvarları olarak açıklanabilir.



Soğuk Su Milli Parkı. <https://kizilcahamam.bel.tr/GezilecekYerDetayi/SOGUKSU-MILLI-PARKI/10#image> sayfasından erişilmiştir.

5.11. Sanayi Kurum ve Kuruluşları

İnsanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ham maddenin işlenerek ya da malzemelerin bir araya getirilerek bir madde, araç vb. ürünün ortaya konulduğu kurumlardır. Bu kurumlar fen bilimleri dersi konularının yaparak yaşayarak öğretiminde kullanılabilecek okul dışı ortamlardır. Örneğin bir geri dönüşüm kuruluşunda geri dönüşüm kavramına yönelik bilgi ve farkındalık gelişimi yoluyla fen bilimleri dersinin amaçlarından biri olan çevreye yönelik bilinç ve tutum geliştirilebilir. Özellikle bu kuruluşlara düzenlenen gezilerde güvenlik ön planda olmalıdır.



Gazi Teknopark. <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/gazi-teknopark-bu-yil-30-milyon-dolar-ihracat-geliri-hedefliyor/3146461> sayfasından erişilmiştir.



Hacettepe Teknokent. https://www.hacettepeteknokent.com.tr/tr/hakkimizda_-1 sayfasından erişilmiştir.

5.12. Sağlık Kuruluşları ve Hastaneler

Biyoloji konularına yönelik bilgi ve sağlığı korumaya yönelik farkındalık oluşturmak amacıyla kullanılabilecek okul dışı öğrenme ortamları olarak ifade edilebilir. Özellikle sağlık kuruluşları ve hastanelere düzenlenecek gezilerde gerçekleştirilecek öğretim ile fen dersi kazanımları arasında ilişki kurulmalı ve hijyen kurallarına uyulmalıdır.



Gazi Üniversitesi'ne Ait Diş Hekimliği Hastanesi. <https://dent.gazi.edu.tr/view/page/881/tanitim> sayfasından erişilmiştir.

5.13. Bilim Şenlikleri, Bilim-Proje Fuarları, Bilim ve Teknoloji Festivalleri

Bilim şenlikleri, bilim ve teknoloji festivalleri hem bilime ait kültürü hem de bilim iletişimini toplumda yer alan bütün kesimlere yaymayı, böylece toplumdaki bireylerin bilime ilişkin ilgisini çekmek, bilime dair olumlu tutumlar oluşturmak, bireyleri bilim alanlarına yönlendirmek, bilim alanlarında kariyer yapmalarını teşvik etmek ve bilimsel bilginin toplumdaki

bireylere eğlenceli ortamlar içerisinde iletilmesini sağlamak için sahne şovu-yarışma-gösteri-söyleşi-tematik oyun-sergi-atölye-deney-laboratuvar etkinliği gibi genellikle etkileşime sahip uygulamaya dayalı etkinliklerin bütünü olarak açıklanabilir (TÜBİTAK, 2017). Buna ilaveten bilim şenlikleri-festivalleri öğrenenlerin bilimsel bir araştırma sürecine uygulamalı bir şekilde doğrudan katılmalarına imkân sağlayan, öğrencilerin proje-etkinliklerinin sunumlarını yapıldığı, paylaşıldığı, öğrencilerde olumlu tutum kazandırarak öğrenme hedeflerinin gelişmesine katkı yapabilecek her yaştaki öğrenci grupları için faydası olabilecek öğretim dönemlerinin sonunda ya da yılsonunda yapılan etkinlikler kapsamında düzenlenen organizasyonlar şeklinde de ifade edilebilir (Yıldırım & Şensoy, 2014). Plansız-programsız ve öğretim amacı olmadan yapılan ziyaretler için informal öğrenme ortamları kapsamında yer alan bilim şenlikleri, proje fuarları, bilim ve teknoloji festivalleri belli öğretim çıktılarının gelişimi amacıyla planlı-programlı bir şekilde ziyaret edildiğinde okul dışı öğrenme ortamlarına dönüşür.



TeknoFest 2025. <https://www.teknofest.org/tr/gallery/images/sayfasından> erişilmiştir.



TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarları. <https://bilimiz.tubitak.gov.tr/bilimFuari.html> sayfasından erişilmiştir.

Kaynaklar

- Bakioğlu, B. (2017). *5. sınıf vücudumuz bilmecesini çözelim ünitesinin okul dışı öğrenme ortamı destekli öğretiminin etkililiği*. Doktora Tezi, Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozdoğan, A. E. (2007). *Bilim ve teknoloji müzelerinin fen öğretimindeki yeri ve önemi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozdoğan, A. E. (2012). Eğitim amaçlı gezilerin planlanmasına ilişkin fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulamaları: Altı farklı alan gezisinin değerlendirilmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(2), 1050-1072.
- Bozdoğan, A. E. (2018). Okul dışında fen eğitimi. A. Tekbıyık & G. Çakmakçı (Ed.). *Fen bilimleri öğretimi ve STEM etkinlikleri* içinde, (s. 369-394). Ankara: Nobel.
- Bozdoğan, K. (2020). A bibliometric analysis of educational studies about “Museum education. *Participatory Educational Research*, 7(3), 161-179.
- Çelik, M. (2023). Yaşayan müzeler: Botanik bahçeleri. *TÜBİTAK Bilim Çocuk Dergisi*, 307, 10-13.
- Dilli, R., & Gözcüoğlu, B. (2025). Bilim üzerine eğlenceli konuşmalar: Bilim kafeleri. A. İ. Şen (Ed.). *Okul dışı öğrenme ortamları* içinde (s. 118-134). Ankara: Pegem.
- Dillon, J., Morris, M., O'Donnell, L., Reid, A., Rickinson, M., & Scott, W. (2005). *Engaging and learning with the outdoors: The final report of the outdoor classroom in a rural context action research project*. National Foundation for Education Research, 16-21.
- Ertaş, H., Şen, A. İ., & Parmaksızoğlu, A. (2011). Okul dışı bilimsel etkinliklerin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusunu günlük hayatla ilişkilendirme düzeyine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 178-198.
- Erten, Z., & Taşçı, G. (2016). Fen Bilgisi dersine yönelik okul dışı öğrenme ortamları etkinliklerinin geliştirilmesi ve öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin değerlendirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 638-657.
- Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out of school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 171-190. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1>
- Fidan, N. (2012). *Okulda öğrenme ve öğretme*. Pegem.
- Gerber, B. L., Marek, E. A., & Cavallo, A. M. (2001). Development of an informal learning opportunities essay. *International journal of science education*, 23(6), 569-583.

- Griffin, J. (2004). Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88(1), 59-70. <https://doi.org/10.1002/sce.20018>
- Hofstein, A., & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education*, 28, 87-112.
- Kapelari, S., Carli, E., & Sagmeister, K. (2019). Bigpicnic toolkit-how to run science. Retrived from <https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2019/08/ScienceCaf%C3%A9.pdf>.
- Karşlı, G., & Kurt, M. (2022). 2012-2021 Yılları arası Türkiye’de okul dışı öğrenme ortamları konulu araştırmaların incelenmesi: Doküman analizi. *EKEV Akademi Dergisi*, 92, 86-104.
- Kıroğlu, K., & Elma, C. (2010). *Eğitim bilimine giriş*. Ankara: Pegem.
- Laçın Şimşek, C. (2011). Giriş: Okul Dışı Öğrenme Ortamları ve Fen Eğitimi. C. Laçın Şimşek (Ed.). *Fen öğretiminde okul dışı öğrenme ortamları* içinde, (s. 1-23). Ankara: Pegem.
- Lin, P. Y., & Schunn, C. D. (2016). The dimensions and impact of informal science learning experiences on middle schoolers’ attitudes and abilities in science. *International Journal of Science Education*, 38(17), 2551-2572. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1251631>
- Lin, P-Y., & Schunn, C. D. (2016). The dimensions and impact of informal science learning experiences on middle schoolers’ attitudes and abilities in science. *International Journal of Science Education*, 38(17), 2551-2572. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1251631>
- Loxley, P., Dawes, L., Nicholls, L., & Dore, B. (2016). Bilimsel sorgulama ve tutkulu meraklılık. (B. Akarsu, Çev.). H. Türkmen, M. Sağlam & E. Şahin-Pekmez (Ed.). *İlköğretimde eğlendiren ve anlamayı geliştiren fen öğretimi* içinde, s. 61-77. Ankara: Nobel.
- Melber, L. H., & Abraham, L.M. (1999). Beyond the classroom: Linking with informal education. *Science Activities*, 36, 3-4.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005a). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4 ve 5. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005b). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari/icerik/151> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2015). Ankara ili öğretmenler için müze ile eğitim rehberi. Gez, gör, öğren projesi. <https://yenimahalle.meb.gov.tr/gezgorogren/gezgorogren.pdf> sayfasından erişilmiştir.

- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=143> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019a). *Okulum Türkiye, okulum Bursa*. <https://bursa.meb.gov.tr/Dosyalar/Okul%20D%C4%B1%C5%9F%C4%B1%20%C3%96%-C4%9Frenme%20Ortamlar%C4%B1%20-%20ORTA%C3%96%C4%9E-RET%C4%B0M.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019b). *Okulum Giresun*. <https://giresun.meb.gov.tr/www/okul-disi-ogrenme-ortamlari-il-kilavuzlari-yayimlandi/icerik/2556> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2020). *Okul dışı öğrenme ortamları ortaokul*. <https://ankara.meb.gov.tr/www/okul-disi-ogrenme-ortamlari/icerik/1550> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari/icerik/151> sayfasından erişilmiştir.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/fen-bilimleri-dersi> sayfasından erişilmiştir.
- National Research Council. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: National Academies Press.
- New Jersey School Outdoor Area Working Group. (2007). *Schoolyard planning and design in New Jersey: Enhancing outdoor play and learning*. Newark, NJ: The Center for Architecture and Building Science Research, New Jersey Institute of Technology.
- Nuhoğlu H. (2011). Botanik bahçeleri. C. Laçın Şimşek (Ed.). *Fen öğretiminde okul dışı öğrenme ortamları içinde* (s. 65-84), Ankara: Pegem.
- Nuhoğlu, H. (2011). Botanik bahçeleri. C. Laçın Şimşek (Ed.). *Fen öğretiminde okul dışı öğrenme ortamları içinde* (s. 65-84). Ankara: Pegem.
- OECD. (2012). Higher education and adult learning – Recognition of nonformal and informal learning. Retrived from <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/recognition-of-nonformalandinformallelearning-home.html>
- Oktay, Ö. (2025). Akvaryumlar. A. İ. Şen (Ed.) *Okul dışı öğrenme ortamları içinde* (s. 161-186). Ankara: Pegem.
- Önder, S., & Konaklı, N. (2011). Konya’da botanik bahçesi planlama ilkelerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2), 1-11.
- Packer, J., & Ballantyne, R. (2010). The role of zoos and aquariums in education for a sustainable future. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 127, 25-35.

- Salmi, H. (1993). *Science center education, motivation and learning in informal education*. Doctoral Dissertation. Helsinki University Department of Teacher Education, Helsinki.
- Saraç, H. (2017). Türkiye’de okul dışı öğrenme ortamlarına ilişkin yapılan araştırmalar: İçerik analizi çalışması. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 60-81.
- Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2013). Climate change education: Quantitatively assessing the impact of a botanical garden as an informal learning environment. *Environmental Education Research*, 19(4), 415-429. <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.700696>
- Senemoğlu, N. (2023). *Gelişim öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya*. Ankara: Anı.
- Sontay, G., Tutar, M., & Karamustafaoğlu, O. (2016). Student views about “science teaching with outdoor learning environments”: Planetarium tour. *Journal of Research in Informal Environments (JRINEN)*, 1(1), 1-24.
- Soysal, E. (2019). Okul dışı öğrenme ortamlarının 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik ilgi, tutum ve motivasyonlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şentürk, E., & Özdemir, Ö. F. (2014). The effect of science centres on students’ attitudes towards science. *International Journal of Science Education, Part B*, 4(1), 1-24.
- TÜBİTAK. (2017). *4007-Bilim şenlikleri destekleme programı çağrı metni*. http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2016_4007_cagri_metni.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Türkmen, H. (2010). İnfomal (sınıf dışı) fen bilgisi eğitimine tarihsel bakış ve eğitimimize entegrasyonu. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (39), 46-59.
- Üztemur, S. (2017). *Sosyal bilgiler öğretimi bağlamında tarihi mekânlar ve müze ile eğitim etkinliklerinin geliştirilmesi ve uygulanması: Manisa ili örneğinde bir eylem araştırması*. Doktora Tezi, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uşak.
- Yavuz Topaloğlu, M. (2016). *Sosyobilimsel konulara dayalı okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve karar verme becerilerine etkisi*. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Yavuz, M. (2012). *Fen eğitiminde hayvanat bahçelerinin kullanımının akademik başarı ve kaygıya etkisi ve öğretmen-öğrenci görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Yeşilbursa, C. C. (2011) *Sosyal bilgilerde miras eğitiminin öğrencilerin somut kültürel mirasa karşı tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Yıldırım, H. İ., & Şensoy, Ö. (2014, Eylül). *Bilim şenliklerinin ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisi*. 11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yıldırım, H. İ. (2018). The impact of out-of-school learning environments on 6th grade secondary school student's attitude towards science course. *Journal of Education and Training Studies*, 6(12), 26-41. <https://doi.org/10.11114/jets.v6i12.3624>
- Yücel, E. (1999). *Türkiye'de müzecilik*. İstanbul: Arkeoloji ve Sanat.

Fen Eğitiminde Yenilikçi Yaklaşımlar ve Dijital Dönüşüm

Editör:

Prof. Dr. Ahmet Turan ORHAN