

# 21. YÜZYILDA FEN EĞİTİMİ: YAPAY ZEKÂ, STEM, OKUL DIŞI ÖĞRENME VE MAARİF MODELİ UYGULAMALARI

**Editörler:**

**Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ**

**Doç. Dr. Bünyamin ALIM**

# **21. YÜZYILDA FEN EĞİTİMİ: YAPAY ZEKÂ, STEM, OKUL DIŞI ÖĞRENME VE MAARİF MODELİ UYGULAMALARI**

## **Editörler:**

Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ

Doç. Dr. Bünyamin ALIM

## **Yazarlar:**

Prof. Dr. Ümit TURGUT

Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ

Doç. Dr. Bünyamin ALIM

Doç. Dr. Ekrem CENGİZ

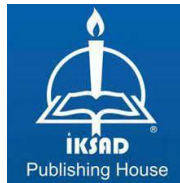
Doç. Dr. Faruk ARICI

Doç. Dr. Rıza SALAR

Doç. Dr. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN

Dr. Öğr. Üyesi Ebru MAZLUM GÜVEN

Öğr. Gör. Esra BURSA KILIÇ



Copyright © 2025 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or  
transmitted in any form or by  
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical  
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of  
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses  
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social  
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2025©

**ISBN: 978-625-378-412-6**

Cover Design: İbrahim KAYA

November / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

## İÇİNDEKİLER

**ÖNSÖZ.....1**

**BÖLÜM 1: PROBLEME DAYALI ÖĞRENME SÜRECİNDE WEB  
2.0 ARAÇLARININ ETKİN KULLANIMI .....3-19**

Dr. Öğr. Üyesi Ebru MAZLUM GÜVEN

**BÖLÜM 2: YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ STEM EĞİTİMİ.....21-34**

Prof. Dr. Ümit TURGUT

Doç. Dr. Rıza SALAR

**BÖLÜM 3: FEN EĞİTİMİ VE OKUL DIŞI ÖĞRENME .....35-50**

Doç. Dr. Faruk ARICI

Doç. Dr. Ekrem CENGİZ

**BÖLÜM 4: OKULÖNCESİ FEN EĞİTİMİNDE SORGULAMA  
TEMELLİ STEM EĞİTİMİ .....51-64**

Öğr. Gör. Esra BURSA KILIÇ

Doç. Dr. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN

**BÖLÜM 5: SOSYOBİLİMSEL KONULARIN ÖĞRETİMİNDE  
TEKNOLOJİ TABANLI YAKLAŞIMLAR .....65-87**

Prof. Dr. Ümit TURGUT

Doç. Dr. Rıza SALAR

**BÖLÜM 6: FEN EĞİTİMİNDE KAVRAM HARİTASI  
KULLANIMI.....89-120**

Doç. Dr. Ekrem CENGİZ

Doç. Dr. Faruk ARICI

**BÖLÜM 7: KÖKLERDEN GELECEĞE YENİ BİR VİZYON:  
TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ ÇERÇEVESİNDE FEN  
EĞİTİMİNİN DİNAMİKSEL ANALİZİ.....121-136**

Doç. Dr. Bünyamin ALIM

Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ



## ÖNSÖZ

Değerli okuyucularımız;

Bu kitap, 21. yüzyılın değişen eğitim anlayışına ışık tutmak amacıyla hazırlanmıştır. Dijitalleşen dünyada öğrenme ortamları, öğretim yaklaşımları ve öğretmen rollerinin dönüşümü, çağdaş eğitim araştırmalarının odağında yer almaktadır. Kitapta, probleme dayalı öğrenme, Web 2.0 araçlarının eğitsel kullanımı, yapay zekâ destekli STEM eğitimi, okul dışı öğrenme ortamları ve sorgulama temelli öğretim gibi güncel konular, alan yazın ve uygulama örnekleriyle bütüncül bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca, teknoloji tabanlı sosyobilimsel konuların öğretime yönelik yaklaşımlar da eğitimde etik ve eleştirel düşünme boyutuna dikkat çekmektedir. Bu kapsamda eser, öğretmen adayları, öğretmenler ve eğitim araştırmacıları için çağdaş öğretim uygulamalarına rehberlik etmeyi amaçlamaktadır. Eğitimde yenilikçi yaklaşımları anlamak ve uygulamak isteyen tüm okurlara katkı sağlaması dileğiyle...

**Editörler**

Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ

Doç. Dr. Bünyamin ALİM



## BÖLÜM 1

### PROBLEME DAYALI ÖĞRENME SÜRECİNDE WEB 2.0 ARAÇLARININ ETKİN KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Ebru MAZLUM GÜVEN<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17787948>

---

<sup>1</sup>Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi ABD. Bayburt, Türkiye.  
ebruguen@bayburt.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7758-4177>





## GİRİŞ

Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ), öğrencilerin problem çözme süreçlerine aktif olarak katıldıkları ve öğrenmenin araştırma, tartışma ve iş birliği yoluyla gerçekleştiği bir yaklaşımdır. Bu modelde, öğrenciler gerçek yaşam durumlarını analiz eder, çözümler geliştirir ve edindikleri bilgileri yeni durumlara aktararak anlamlı öğrenme deneyimleri oluştururlar. Öğretmen ise öğrencilerin düşünme becerilerini yönlendiren ve destekleyen kolaylaştırıcı bir rol oynar.

Günümüzde dijital teknolojiler, öğrenme ortamlarını zenginleştiren ve öğrencilerin etkileşim kurma biçimlerini dönüştüren önemli araçlar haline gelmiştir. Özellikle Web 2.0 teknolojileri, öğrencilerin yalnızca bilgiye erişimini değil, bu bilgiyi oluşturmalarını, paylaşmalarını ve tartışmalarını da kolaylaştırır. Bloglar, vikiler, dijital tartışma platformları, çevrimiçi anketler ve iş birlikçi belge düzenleme araçları gibi uygulamalar, öğrencilerin öğrenme sürecinde iş birliği yapmalarını ve sürece aktif olarak katılmalarını sağlar.

Bu bölüm, Web 2.0 araçlarının problem tabanlı öğrenmede nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini incelemektedir. Bu entegrasyonun öğretim sürecine katkıları hem teorik temeller hem de pratik örnekler aracılığıyla tartışılacak ve öğretmenlerin kendi sınıf içi uygulamalarında faydalanması için öneriler sunulacaktır.

## 1. PROBLEME DAYALI ÖĞRENME

Probleme dayalı öğrenme, öğrencileri gerçek yaşam problemleri aracılığıyla öğrenmeye teşvik eden bir yaklaşımdır. Bu süreçte öğrenciler, problem çözme becerilerini geliştirirken aynı zamanda eleştirel düşünme, iş birliği ve araştırma becerileri de kazanırlar. Probleme dayalı öğrenmenin temel özelliklerinden biri, öğrenmenin öğrenci merkezli olmasıdır; öğretmen süreç boyunca yol gösterici bir rol üstlenir. Yapılandırmacı ve iş birlikçi öğrenme yaklaşımları, bu yaklaşımın teorik temelini oluşturur. Öğrenciler problem çözme süreci boyunca bilgiye erişir, hipotezler geliştirir, çözümler üretir ve nihayetinde bir ürün ortaya koyarlar. Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol almalarını sağlar.

PDÖ, tarihsel olarak 20. yüzyılın ortalarında yükseköğretimdeki sağlık bilimleri programlarında ortaya çıkmış ve şekillenmiştir. Bu model, John Dewey'in deneyimsel eğitimi, Harvard Üniversitesi'nin vaka yöntemi ve

Jerome Bruner'in keşif yoluyla öğrenme kavramı gibi ilerici eğitim yaklaşımlarına dayanmaktadır (Schmidt, 2012). 1960'larda McMaster Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde geliştirilen PDÖ modeli, hızla diğer tıp fakültelerine yayılmış ve daha sonra çeşitli disiplinlerde ve eğitim seviyelerinde uygulanmıştır (Schmidt, 2012).

PDÖ süreci boyunca öğrenciler öğrenme ihtiyaçlarını belirler, anlamlı bilgi edinir ve bu bilgiyi problem çözmeye uygular (Akçay, 2009). PDÖ'nün karakteristik özellikleri arasında iyi yapılandırılmış, gerçek dünya problemlerinin kullanımı, öğrencilerin öğrenme hedeflerini kendi kendilerine belirlemeleri, öğretmenlerin kolaylaştırıcı veya rehber rolü ve küçük grup çalışmaları aracılığıyla öz-yönelimli öğrenme ve düşünmenin desteklenmesi yer alır (Gözütok, 2017; Gürbüz ve Sarioğlu, 2025; Kaptan ve Korkmaz, 2001).

PDÖ, pedagojik olarak yapılandırmacı ve sorgulayıcı öğrenme gelenekleriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Ezberci öğrenme yerine yaparak, keşfederek ve disiplinler arası bilgi ve uygulamanın bütünleştirilmesini vurgular (Akçay, 2009). Bu bağlamda, PDÖ, öğrenmeyi yalnızca bir bilgi edinme süreci olarak değil, aynı zamanda anlam oluşturma, uygulama ve üst düzey düşünme becerilerinin geliştirildiği bir süreç olarak ele alır. Öğrenciler gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri bir problemle ilk kez karşılaşır ve genellikle çözmek için gruplar halinde çalışırlar. Bu süreçte öğrencilerin problemi tanımlamaları, gruplar halinde çalışmaları, problemi çözmek için gerekli adımları izlemeleri ve çözüme ulaşp paylaşmaları beklenir (Akınoğlu, 2015). Bunların yanı sıra, tartışmalar, atölyeler, artırılmış gerçeklik uygulamaları, simülasyonlar ve vaka çalışmaları problem tabanlı öğrenme yaklaşımında kullanılabilecek bazı teknikler arasındadır (Savin-Baden, 2007).

PDÖ sürecinde öğretim hedefleri belirli kriterlere göre belirlenmelidir. Örneğin amaç bilimsel araştırma, aktarım ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek ise, PDÖ geleneksel öğretim yöntemlerinden daha etkilidir. Ancak, amaç kısa vadeli bilgi edinimi veya sınav performansını artırmaksa farklı yaklaşımlar kullanılabilir. PDÖ kullanılacağı durumlarda zaman ve tasarım maliyetleri dikkate alınmalıdır (Erkılıç, Gürbüz ve Bayraktar, 2025; Capraro vd., 2013; Su, 2024).

Sınıfta PDÖ uygulamaları, öğretmen rollerinde ve değerlendirme anlayışında köklü değişiklikler gerektirir. Öğretmen, bilgi aktarıcısı olmaktan

ziyade öğrenme sürecinin kolaylaştırıcısı bir nevi rehber haline gelmelidir (Kıraç, 2023). Değerlendirme ise süreç genelinde, tekrarlı ve yansıtıcı bir şekilde gerçekleştirilir. Doğru uygulandığında, PDÖ, öğrenilen bilginin karmaşık, gerçek dünya problemlerine aktarılmasını kolaylaştırır. Bu aktarımın bilimsel okuryazarlığın ve mesleki yeterliliklerin geliştirilmesi için oldukça önemli olduğu düşünülmektedir (Akçay, 2009).

2014-2023 yılları arasında Türkiye'de probleme dayalı öğrenme üzerine yürütülen lisansüstü tezleri inceleyen bir çalışmada, araştırmaların çoğunun fen alanında yürütüldüğü belirlenmiştir (Baysal & Okur, 2025). Yine başka bir derleme çalışmasında 2010-2020 yılları arasında fen eğitimi alanında PDÖ'ya yönelik yapılan araştırmalar ele alınmıştır. Bu çalışma kapsamında PDÖ'nün yüksek lisans tezlerinde sıklıkla kullanıldığı ve çoğunlukla ortaokul öğrencileri ile çalışıldığı ortaya konulmuştur (Yıldırım & Say, 2020). PDÖ, bilimsel öğrenmeyi anlamlı kıldığı için fen öğretiminde önemli bir yaklaşım olarak görülmektedir. Fen alanında yapılan çalışmalar, PDÖ uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısını artırdığını ve bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Bayram, 2023; Demirel, 2021). Ayrıca, PDÖ'nün geleneksel öğretim yöntemlerinde sıklıkla göz ardı edilen üst düzey düşünme, problem çözme, iş birliği, iletişim ve öz-yönelimli öğrenme becerilerini geliştirdiği belirtilmiştir (Akçay, 2009). Nitekim, probleme dayalı öğrenme ve geleneksel öğretim yöntemlerinin ortaokul öğrencilerinin robotik kodlama başarısı ve 21. yüzyıl yeterlilikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, Usanmaz (2024), PDÖ'nün robotik kodlama başarısı ve eleştirel düşünme, iletişim, iş birliği ve yaratıcılık becerileri üzerinde genel olarak yüksek bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu bulmuştur. Ayrıca, ilkokul ve ortaokul düzeylerinde yapılan deneysel çalışmaların incelendiği bir derleme çalışmasında, PDÖ'nün akademik başarıyı artırdığını ve kavramsal öğrenmeyi ve bilginin kalıcılığını desteklediğini, öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Merritt vd., 2017).

### **1.1. Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanma Adımları**

Kaptan ve Korkmaz (2001) probleme dayalı öğrenme sürecinde öğretmen, öğrenci ve problemin rolüne dikkat edilmesi gerektiğini belirterek PDÖ adımlarını şu şekilde tanımlamıştır.

- a) Problemin farkına varılması
- b) Problemin eksiksiz ve doğru biçimde ifade edilmesi
- c) Problemi çözmek için ihtiyaç duyulan bilgi ve verilerin belirlenmesi
- d) Gerekli bilgileri elde etmek için başvurulacak kaynakların belirlenmesi
- e) Çözüm yollarının geliştirilmesi ve analiz edilmesi
- g) Çözümün raporlaştırılması

Yukarıda verilen adımlar incelendiğinde probleme dayalı öğrenme sürecinin bir problemle başladığı görülmektedir. Problem durumları sınıfa senaryolar, gerçek hayattan veya tasarlanmış yazılı/sesli hikâyeler ya da videolar aracılığıyla aktarılabilir. Probleme dayalı öğrenmenin etkili olabilmesi için problemin iyi yapılandırılmış olması gerekir. Açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edilen, belirli çözüm yollarına ulaştıran ve sonuçları değerlendirmek için net kriterlere sahip olan problemler iyi yapılandırılmış problemlerdir (Gözütok, 2017).

## 1.2. Probleme Dayalı Öğrenmede Ölçme ve Değerlendirme

Probleme dayalı öğrenme yaklaşımında, ölçme ve değerlendirme süreçleri oldukça çeşitlidir. Bu yaklaşımda, öğrenci başarısı yalnızca geleneksel sınav sonuçlarına göre değil, problemin kavranması, iş birliği yapabilme, problem çözme süreçlerine katkı ve bağımsız çalışma becerisi gibi çok boyutlu ölçütlere göre de değerlendirilir (Şenocak ve Taşkesenligil, 2005). Öğrencilerin sürece aktif katılımı, bilgiye nasıl eriştiği ve öğrendiklerini yeni durumlara nasıl aktardığı da değerlendirme ölçütleri arasındadır.

PDÖ'de değerlendirme süreci süreç odaklı ve yansıtıcıdır. Kılınç (2007), öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemek için öğrencilerin kendi çalışmalarının, izledikleri problem çözme yöntemlerinin ve kullandıkları stratejilerin değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Böylece doğru sonuca ulaşım ulaşılmadığının belirlenmesinin yanısıra öğrencinin düşünme ve karar verme süreci ile öğrenme stratejilerinin ne derece bilinçli kullanıldığını da ölçülebilir. Bu tür bir değerlendirme, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik eder ve aynı zamanda üst düzey düşünme becerilerinin (analiz, sentez ve değerlendirme) gelişimini destekleyebilir. Öğretmen değerlendirme sürecinde, gözlem formları, performans görevleri, rubrikler, portföyler ve düşünme raporları gibi araçlara başvurabilir. Bu tür çoklu değerlendirme araçları, öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalarına ve kendi

güçlü ve gelişime açık yönlerini belirlemelerine katkı sağlar. Örneğin, "FB.7.5.4.1. Karışımları ayırmak için çeşitli deneyler yapabilme" (a) Farklı karışımları ayırmak için deneyler tasarlar, b) Deneyle ilgili ölçüm ve veri analizi yapar) öğrenme çıktısı için probleme dayalı öğrenme yaklaşımını kullanan bir öğretmen, öğrencilerin PDÖ sürecindeki performansını değerlendirmek için Tablo 1'deki gibi bir rubrik kullanabilir. Bu rubrik, öğrencilerin deney tasarlama, uygulama, veri analizi yapma ve sonuç çıkarma gibi becerilerini gözlemlemeye olanak tanır.

**Tablo 1:** PDÖ yaklaşımında ölçme-değerlendirmede kullanılabilen rubrik

| Değerlendirme Ölçütü            | 4<br>(Çok İyi)                                     | 3<br>(İyi)                                     | 2<br>(Geliştirilebilir)                    | 1<br>(Yetersiz)                             |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Problemi Anlama ve Çözüm Önerme | Problemi açıkça tanımlar, uygun çözüm yolu önerir. | Problemi tanımlar, çözüm yolu kısmen uygundur. | Problemi tam anlamaz, çözüm yüzeyseldir.   | Problemi tanımlayamaz, çözüm önermez.       |
| Deney Tasarımı ve Uygulama      | Deneyi planlar, dikkatle uygular.                  | Deneyi uygular, küçük hatalar yapar.           | Deney planı eksiktir, uygulamada zorlanır. | Deneyi tamamlayamaz veya yanlış yapar.      |
| Veri Analizi ve Sonuç           | Verileri doğru yorumlar, sonuca ulaşır.            | Verileri yorumlar ancak eksik çıkarım yapar.   | Veri analizi yetersizdir.                  | Verileri yanlış yorumlar veya analiz etmez. |
| Grup Çalışması ve Katılım       | Grup içinde aktif çalışır, fikir üretir.           | Çalışmaya katılır ama az fikir sunar.          | Katılım sınırlıdır.                        | Grup çalışmasına katkı sağlamaz.            |

Rubriklerin yanı sıra, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirebilecekleri öz-değerlendirme formları da hazırlanabilir. Bu formlarda öğrencilere şu tür sorular yöneltilebilir: “Deneyi tasarlarken hangi kararları ben verdim?”, “Hangi aşamada zorlandım? Bu zorluğu nasıl aştım?”, “Deney sonucum beklediğim gibi oldu mu? Neden?” ve “Bir sonraki çalışmada neyi farklı yapmayı isterim?” gibi sorular, öğrencilerin süreçteki düşünme biçimlerini, problem çözme stratejilerini ve gelişim alanlarını fark etmelerini destekler.

## 2. WEB 2.0 ARAÇLARININ EĞİTİMDE KULLANIMI

Web 2.0 araçları, kullanıcıların içerik üretmesini, paylaşmasını ve etkileşimde bulunmasını sağlayan dijital platformlardır (Horzum, 2010). Eğitim bağlamında bloglar, wikipediler, sosyal ağlar, çevrimiçi sunum, anket araçları gibi uygulamalar öğrencilerin bilgi üretimi ve paylaşımına olanak tanır. Bu araçlar, öğrencilerin bireysel öğrenme süreçlerini desteklerken aynı zamanda grup çalışmaları ve işbirlikli öğrenme faaliyetlerinde de kullanılabilir. Ayrıca öğrencilerin belirli bir konu üzerinde derinlemesine çalışmasına imkân tanıyan simülasyonlar (örneğin, PhET etkileşimli simülasyonlar), materyal tasarlama ve üretme araçları (örneğin, Canva, Edpuzzle, StoryJumper) ile öğretim sürecinin değerlendirilmesini kolaylaştıran araçlar (örneğin, Padlet, Mentimeter, Kahoot) öğretim süreçlerinin farklı aşamalarında kullanılabilir. İlgili Web 2.0 araçlarının kullanım amaçları, hedeflenen öğrenme çıktıları, sınıfın durumu ve öğretmenin benimsediği pedagojik yaklaşım doğrultusunda farklılık gösterebilir. PDÖ bağlamında ise Web 2.0 araçları, öğrencilerin araştırma yapmasını, fikirlerini paylaşmasını, çözümlerini sunmasını ve geri bildirim almasını kolaylaştıran önemli bir araç seti sunar. Aşağıda Web 2.0 araçlarının öğretim sürecinde hangi amaçlarla kullanılabileceğine yönelik örnekler verilmiştir.

**Tablo 2:** Web 2.0 Araçlarının Pedagojik Roller

| Rol                         | Araçlar                                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İletişim ve Etkileşim:      | Bloglar, forumlar, Padlet, Edmodo gibi araçlarla düşünce paylaşımı.                                                    |
| İş Birliği ve Ortak Üretim: | Google Dokümanlar, Miro, Trello gibi araçlarla grup çalışmaları.                                                       |
| Yaratıcılık ve Sunum:       | Canva, Powtoon, Prezi gibi araçlarla çözüm fikirlerinin paylaşımı.                                                     |
| Yansıtma ve Değerlendirme:  | Seesaw, Google Sites, Mahara, Padlet, Mentimeter gibi araçlar ile değerlendirme yapılması veya geri bildirim verilmesi |

### 3. WEB 2.0 DESTEKLİ PROBLEME DAYALI ÖĞRENME SÜRECİ VE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yapılan çalışmalar, PDÖ sürecinde Web 2.0 araçlarının kullanımının öğrencilerin işbirlikçi, bağlamsal ve öz-yönelimli öğrenme becerilerini güçlendirebileceğini göstermektedir (Epier ve Jacobs, 2022). Deneysel bulgular, Quizizz, MindMeister ve Padlet kullanılarak 10 haftalık bir PDÖ sürecinin, hizmet öncesi öğretmenlerin akademik başarısını ve eleştirel düşünme becerilerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir (Ünal, 2019). Fen ve mesleki eğitim bağlamlarındaki araştırmalar, sosyal medya veya e-işbirliği araçları PDÖ sürecine entegre edildiğinde öğrencilerin sorgulama becerilerini geliştirdiğini, iletişimi iyileştirdiğini ve iş birliğini güçlendirdiğini bildirmektedir (Goh ve Kale, 2016). Web 2.0 araçları ile harmanlanmış pratikler, öğrencilerin süreç boyunca problem çözmeye devam etmelerini sağlarken süreç sonunda daha etkili ve verimli çözümler üretilmesine olanak verir (Mills, 2010; Pardo ve Kloos, 2009). Öte yandan yapılan araştırmalar Web 2.0 araçlarının PDÖ sürecinde kullanımında bazı zorlukların olduğunu ortaya koymuştur. Bunlar bağlantı sorunları, kaynak yükleme zorlukları, düşük dijital yeterlilik ve Web 2.0 araçlarının aktif öğrenme yerine basit eylemler için kullanılması olarak özetlenebilir (Can vd., 2019; Elam ve Nezbit, 2012; Goh ve Kale, 2016; Hack, 2013).

PDÖ süreci, problemi tanımlama, araştırma, hipotez geliştirme, çözüm önerisi oluşturma, ürün geliştirme ve değerlendirme aşamalarından oluşur (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Güncel eğitim teknolojilerinin gelişimi, bu sürecin



daha etkileşimli, iş birlikçi ve öğrenci merkezli hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle PDÖ sürecine Web 2.0 araçlarının entegrasyonu ile, öğrencilerin sürece aktif katılımını desteklenebilir ve öğrenme çıktılarının kalitesini artırılabilir.

İlk aşama olan problemi tanımlama sürecinde, öğrencilerin fikirlerini paylaşımlarına olanak sağlamak için Padlet, Miro veya Jamboard gibi çevrimiçi iş birliği panoları kullanılabilir. Bu tür araçlar, öğrencilerin fikirlerini görsel olarak düzenlemelerine ve sınıf arkadaşlarının paylaşımlarını takip etmelerine olanak tanır. Edmodo veya Google Classroom gibi tartışma panoları aracılığıyla da etkileşim sağlanabilir. Bu araçlar, öğrencilerin sorunları farklı bakış açılarından tartışmalarına ve çok yönlü analizler yapmalarına olanak tanır.

Araştırma ve bilgi toplama aşamasında, iş birliğine dayalı belge düzenleme araçları (Google Docs, Zoho Docs, OnlyOffice) öğrencilere eş zamanlı çalışma fırsatı sunar. Diigo, Wakelet ve Pinterest gibi sosyal yer imi ve içerik toplama araçları, araştırma sürecinde bulunan kaynakların sınıf içinde düzenlenmesini ve paylaşılmasını kolaylaştırır. Bu araçlar, öğrencilerin yalnızca bilgiye erişmesini değil, üretilen bilginin öğrenme topluluğu içinde yayılmasını da sağlar.

Çözüm önerisi oluşturma aşamasında, Coggle, MindMeister ve XMind gibi zihin haritalama yazılımları, öğrencilerin düşüncelerini yapılandırmak için etkili bir şekilde kullanılabilir. Algodo gibi simülasyon tabanlı araçlar, özellikle fen eğitimi bağlamında, hipotezlerin görselleştirilmesine ve test edilmesine katkıda bulunur. Jamboard ve Whiteboard.fi gibi dijital beyaz tahta uygulamaları, öğrencilere eş zamanlı etkileşim fırsatları sunarak grup çalışmalarını destekleyebilir.

Çözüm yollarının denenmesi ve raporlaştırılması, Canva, Prezi veya Genially gibi sunum ve tasarım araçları, öğrencilerin çözümlerini yaratıcı bir şekilde iletmelerini sağlar. Powtoon ve Animaker gibi animasyon tabanlı araçlar, karmaşık süreçlerin daha net bir şekilde ifade edilmesine yardımcı olurken, bu ürünlerin YouTube veya Vimeo'da paylaşılması daha geniş bir kitleye ulaşılmasını sağlar. STEM tabanlı projeler için Tinkercad ve SketchUp gibi 3B tasarım yazılımları, ürün geliştirme sürecini destekleyen araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Öğrencilerin PDÖ sürecindeki çalışmalarının ve performanslarının değerlendirilmesi ise Kahoot, Quizizz veya Socrative gibi çevrimiçi sınavlar ve oyun tabanlı değerlendirme araçları aracılığı ile yapılabilir. Google Formlar ve Mentimeter anında geri bildirim için uygun araçlardır. Flip (eski adıyla Flipgrid), öğrencilerin kısa video yorumları aracılığıyla akranlarına geri bildirim vermelerini sağlarken, Peergrade veya Edmodo Assignments gibi platformlar sistematik akran değerlendirmesine olanak tanır.

#### 4. ÖRNEK ETKİNLİKLER VE UYGULAMA ÖNERİLERİ

Öğretmenler, PDÖ sürecinde farklı Web 2.0 araçlarını kullanarak çok çeşitli etkinlikler tasarlayabilirler. Örneğin, öğrenciler bir çevre sorununa getirdikleri çözümleri bir wiki aracılığıyla paylaşabilirler. Blog üzerinden tartışmalarını sürdürebilir ve çevrimiçi anketlerle geri bildirim alabilirler. Öğrencilerin motivasyonunu artırmak ve katılımı teşvik etmek için araçların etkileşimli ve görsel olarak destekleyici olması önemlidir. Araç seçiminde öğrencilerin dijital yeterlilikleri ve erişim imkanları da göz önünde bulundurulmalıdır. Aşağıda iki farklı öğrenme çıktısı örnek olabilecek etkinlikler verilmiştir.

| Etkinlik -1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Ünite:</b> Maddenin Doğasına Yolculuk/Karışımların Ayrılması</p> <p><b>Öğrenme çıktısı:</b> FB.7.5.4.1. Karışımları ayırmak için çeşitli deneyler yapabilme</p> <p>a) Farklı karışımları ayırmak için deney tasarlar.</p> <p>b) Deney ile ilgili ölçme ve veri analizi yapar.</p> <p><b>Süre:</b> 4 ders saati</p>                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>Öğretmen ilgili problem durumunu öğrencilere tanıtır. “Bir köyde içme suyu kaynağına karışan kum ve tuz nedeniyle su içilemez hale gelmiştir. Köy halkı, bu karışımı nasıl ayırarak suyu tekrar kullanılabilir hale getirebilir?” şeklinde bir problem tasarlanabilir. Öğrenciler Padlet veya Jamboard üzerinden “Su karışımını nasıl ayırabiliriz?” başlıklı bir dijital pano oluşturur.</p> <p>Her grup pano üzerinde fikirlerini post-it’ler halinde yazar. Öğretmen yönlendirici sorularla (örn. “Bu karışımdaki maddeler nasıl türdedir?”),</p> |

“Hangisi çözünür, hangisi değil?”) tartışmayı derinleştirir. (Problemin Tanımlanması ve İfade Edilmesi)

Gruplar, Wakelet üzerinde “Karışımları Ayırma Yöntemleri” adlı bir koleksiyon oluşturur.

Her öğrenci internetten bulduğu kısa videoları, infografikleri ve metinleri koleksiyona ekler. Öğrenciler Google Dokümanlar üzerinde ortak bir araştırma raporu yazabilir (Araştırma ve Bilgi Toplama)

Her grup, Coggle veya MindMeister kullanarak bir zihin haritası oluşturur.

Haritada ayırma yöntemlerini listeler, hangi yöntemin hangi maddelere uygulanacağını eşleştirir, çözüm yolunu belirtir (“Önce süzme, sonra buharlaştırma yöntemiyle temiz su elde edebiliriz.”). (Çözüm Önerisi Oluşturma)

Öğrenciler deney planını Google Slides veya Canva üzerinde tasarlayabilir (malzemeler, yöntem, beklenen sonuçlar). Deney, sınıf ortamında öğretmen rehberliğinde uygulanır. Deney öncesi simülasyon için Algodoo veya PhET simülasyonu kullanılabilir. Öğrenciler gözlemlerini Google Sheets’te veri tablosu şeklinde kaydeder (Çözüm Yollarının Uygulanması ve Analizi).

Gruplar deney sürecini ve sonucunu anlatan bir Genially veya Prezi sunumu hazırlar. İsteyen gruplar Powtoon kullanarak kısa bir animasyonla “su arıtma sürecini” anlatabilir. Sunumlar sınıfta paylaşılır (Çözümün denenmesi ve raporlaştırılması)

Dersin değerlendirme kısmında öğrenciler Kahoot veya Quizizz üzerinden kısa bir ölçme etkinliği yapabilir (karışım türleri ve ayırma yöntemleri). Flip (Flipgrid) üzerinden 1 dakikalık kısa video ile “Bu süreçte ne öğrendim?” sorusuna yanıt verebilir. Akran değerlendirmesi için Google Forms veya Peergrade kullanılabilir.

## Etkinlik -2

**Ünite:** Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji/Sürdürülebilir Yaşam  
**Öğrenme çıktısı:** FB.7.7.2.1. Kaynakların tasarruflu kullanımının önemini

sorgulayabilme

**Süre:** 4 ders saati

Öğretmen derse aşağıdaki problem durumu ile başlayabilir:

“Okulun su ve elektrik faturaları son aylarda belirgin biçimde artmıştır. Öğrenciler olarak siz bu durumu nasıl açıklarsınız ve kaynakların israfını önlemek için neler yapabilirsiniz?”

Öğrenciler Padlet veya Jamboard üzerinde fikir panosu oluşturur. Her grup kaynak israfının nedenlerini ve sonuçlarını post-it’lerle yazar. Tartışma sonunda öğrenciler problemi tanımlar: *“Okulda enerji ve su kaynakları nasıl daha verimli kullanılabilir?”* (Problemin Tanımlanması ve İfade Edilmesi)

Öğrenciler gruplara ayrılarak kaynakların (su, enerji, kâğıt vb.) tasarruflu kullanımına ilişkin bilgiler toplar. Her grup Wakelet veya Pinterest üzerinde “Kaynakları Korumak İçin Fikirler” adlı bir dijital koleksiyon oluşturur. Ayrıca Google Dokümanlar kullanarak kısa bir araştırma raporu hazırlar ve diğer gruplarla paylaşır. (Araştırma ve Bilgi Toplama)

Gruplar kendi okullarında kaynak israfını azaltmak için uygulanabilecek stratejileri tartışır ve hipotez geliştirir. Örneğin: *“Eğer sınıflarda duyarlılık afişleri hazırlanırsa, öğrenciler kaynakları daha dikkatli kullanır.”* Bu fikirleri Coggle veya MindMeister ile zihin haritası hâlinde düzenlerler. (Çözüm Önerisi Oluşturma)

Her grup belirlediği çözüm önerisine dayalı bir farkındalık projesi tasarlar. Canva kullanarak afiş veya broşür hazırlayabilir. Powtoon ya da Animaker ile kısa animasyon videolar oluşturabilir. Dileyen gruplar Genially üzerinden “Enerji Tasarrufu Kampanyası” sunumu tasarlayabilir. Bu ürünler sınıfta sunulur ve okul panosunda ya da okulun sosyal medya hesabında paylaşılabilir. Gruplar hazırladıkları ürünleri sınıfta sunabilir. Diğer öğrenciler Mentimeter üzerinden hangi önerilerin en uygulanabilir olduğunu oylayarak geri bildirim verebilir. Sunum sonunda öğretmen rehberliğinde “Kaynak tasarrufu neden önemlidir?” sorusu etrafında tartışma yapılır. (Çözümün denenmesi ve raporlaştırılması)

Dersin değerlendirme kısmında Kahoot veya Quizizz ile öğrencilerin enerji ve su tasarrufu hakkındaki kavram bilgisi ölçülebilir. Flip (Flipgrid) üzerinden öğrenciler 1 dakikalık kısa video yansıtma yapabilir: “Bugünden itibaren kaynak tasarrufu için hangi davranışımı değiştireceğim?” Öğrenciler Google Forms üzerinden birbirlerinin projelerine geri bildirim verir. Öğretmen probleme dayalı öğrenme sürecini değerlendirmek için çeşitli değerlendirme yaklaşımlarına başvurabilir. Süreç değerlendirme (gözlem formu vb.), ürün değerlendirme (grup sunum rubriği), bireysel değerlendirme (flip yansıtma videosu, Quizizz sonuçları vb.)

## KAYNAKÇA

- Akçay, B. (2009). Problem-based learning in science education. *Journal of Turkish science education*, 6(1), 28-38.
- Akınoğlu, O. (2015). Öğretim kuram ve modelleri. İçinde *Öğretim ilke ve yöntemleri* (Ed. Şeref Tan). Ankara: Pegem Akademi.
- Bayram, F. (2023). *Güneş sistemi ve tutulmalar ünitesinin öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının akademik başarıya ve problem çözme becerisine etkisi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kocaeli Üniversitesi.
- Baysal, Z. N., & Okur, S. (2025). Türkiye’de 2014-2023 yılları arasında yapılmış probleme dayalı öğrenme ile ilgili lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 748-767.
- Can, İ., Gelmez-Burakgazi, S., & Celik, I. (2019). An investigation of uses and gratifications for using web 2.0 technologies in teaching and learning processes. *International Online Journal of Education and Teaching*, 6(1), 88-102.
- Capraro, R. M., Slough, S. W., Capraro, M. M., & Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Brill.
- Demirel, R. (2021). *Işık konusunun argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri ve öğrenme ürünlerine etkisi*. [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Elam, J. R., & Nesbit, B. (2012). The effectiveness of project-based learning utilizing Web 2.0 tools in EFL. *The JALT Call Journal*, 8(2), 113-127.
- Epier, P. & Jacobs, J. (2022). *Guide to integrating problem-based learning programs in higher education classrooms: Design, implementation, and evaluation*. IGI Global.
- Erkılıç, T. O., Gürbüz, F., & Bayraktar, B. (2025). Investigation of the Effect of the Exam Period on the Nutritional Status and Salivary Cortisol Levels of University Students. *Cuestiones de Fisioterapia*, 54(4), 6171-6187.
- Goh, D., & Kale, U. (2016). The urban–rural gap: project-based learning with Web 2.0 among West Virginian teachers. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(3), 355-376.

- Gözütok, F. D. (2017). *Öğretim İlke ve Yöntemleri*. Pegem.
- Gürbüz, F., & Sarıoğlu, A. B. (2025). Secondary School Students' Opinions on Teaching the Structure of the Atom with Augmented Reality Application. *Journal of Education and Future*, (28), 44-55.
- Hack, C. (2013). Using web 2.0 technology to enhance, scaffold and assess problem-based learning. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 1(1), 230-246.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20).
- Kılınç, A. (2007). Probleme dayalı öğrenme. *Kastamonu Education Journal*, 15(2), 561-578.
- Kıraç, B. (2023). *Probleme dayalı öğrenme yönteminin üst düzey düşünme becerilerine etkisi: Bir meta-analiz ve meta tematik çalışması*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi], Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Merritt, J., Lee, M. Y., Rillero, P., & Kinach, B. M. (2017). Problem-based learning in K-8 mathematics and science education: A literature review. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2).
- Mills, S. C. (2010). Implementing collaborative problem-based learning with Web 2.0. *İçinde Web Technologies: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 1478-1494). IGI Global Scientific Publishing.
- Pardo, A., & Kloos, C. D. (2009). Combining Web 2.0 technology and problem-based learning in a blended learning environment. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 19(2-3), 222-231.
- Savin-Baden, M. (2007). *A practical guide to problem-based learning online*. Routledge.
- Schmidt, H. G. (2012). A brief history of problem-based learning. *İçinde One-day, one-problem: An approach to problem-based learning* (pp. 21-40). Singapore: Springer Singapore.
- Su, K. D. (2024). The challenge and opportunities of STEM learning efficacy for living technology through a transdisciplinary problem-based learning activity. *Journal of Science Education and Technology*, 33(4), 429-443.

- Şenocak, E., & Taşkeselgil, Y. (2005). Probleme dayalı öğrenme ve fen eğitiminde uygulanabilirliği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 359-366.
- Usanmaz, E. (2024). *Probleme dayalı öğrenmenin ortaöğretim öğrencilerinin robotik kodlama başarıları ve 21. Yüzyıl yeterlikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi], Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Ünal, E. (2019). Web 2.0 technologies supporting problem-based learning: A systematic literature review. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 7(1), 25-50.
- Yıldırım, F. S., & Say, S. (2020). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımına ilişkin fen eğitimi alanında yapılan bilimsel çalışmaların incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilgilerde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 4(1), 151-164. <https://doi.org/10.38015/sbyy.750758>





## BÖLÜM 2

### YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ STEM EĞİTİMİ

Prof. Dr. Ümit TURGUT<sup>1</sup>

Doç. Dr. Rıza SALAR<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17788013>

---

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye.  
uturgut@atauni.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2122-2812

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye.  
rizasalar@atauni.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-6577-0821



## GİRİŞ

Yapay Zekâ'nın (YZ) Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimine entegrasyonu, uyarlanabilir ve kişiselleştirilmiş öğrenme fırsatları sunabilecek bir yaklaşım olarak kabul görmektedir (Valeri vd., 2024; Ateş & Gündüzalp, 2025). Birçok çalışma, YZ araçlarının hızlı geri bildirim, veriye dayalı öğretim desteği ve bireyselleştirilmiş öğrenme ortamları sağlayarak üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini ve karmaşık STEM konularında öğrencileri destekleyebileceğini vurgulamaktadır (Sun vd., 2025; Xu & Ouyang, 2022). Özellikle, YZ destekli öğrenme ortamlarının, öğretim materyallerini bireysel ihtiyaçlara göre uyarlayarak öğrenci başarısını ve motivasyonunu artırdığı söylenebilir (Jantakun vd., 2024; Sun vd., 2025). Örneğin, YZ destekli uyarlanabilir öğrenme sistemleri, anında ve yapıcı geri bildirim sağlayarak öğrenmeyi destekler; bu da çeşitli eğitim gereksinimlerine sahip öğrenciler için faydalıdır (Kohnke & Zaugg, 2025). Dahası, YZ destekli araçlar, öğretmenlerin öğrencilerin davranışsal eğilimlerini ve akademik ilerlemelerini anlamalarına yardımcı olarak pedagojik stratejilerin ve değerlendirme uygulamalarının geliştirilmesini mümkün kılabilir (Xu & Ouyang, 2022). Fakat çoğu araştırma yapay zekânın öğretim kalitesini ve öğrenci öğrenme çıktılarını destekleyen potansiyeline dikkat çekerken, bazı araştırmacılar bu sistemlere aşırı bağımlılık konusunda uyarılarda bulunmakta; etik kaygılar, teknolojik eşitsizlikler ve öğretmenlerin sürekli mesleki gelişim ihtiyacı gibi risklere işaret etmektedir (Sun vd., 2025; Xu & Ouyang, 2022). Bu ikili bakış açısı, STEM eğitiminde YZ entegrasyonunun başarısının yalnızca teknolojik ilerlemeye değil, aynı zamanda daha geniş eğitim hedefleri ve eşitlik ilkeleriyle uyumlu bir uygulamaya bağlı olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, mevcut YZ tabanlı teknolojiler, STEM eğitiminin özellikle konuya özgü bilgi, öğretim yöntemleri ve STEM ile ilgili becerilerin geliştirilmesi gibi ihtiyaçları yeterince gideremeyebilir (Sun vd., 2025). YZ, kişiselleştirilmiş öğrenme ve eğitimde eşitlik için çağdaş fırsatlar sunsa da, etik kaygılar, veri gizliliği, önyargı ve şeffaflıkla ilgili sorunlar varlığını sürdürmektedir (Kohnke & Zaugg, 2025; Jantakun vd., 2024). Ayrıca, mevcut araştırmalarda nicel yöntemlerin baskın olması, YZ'nin farklı eğitim bağlamlarına entegrasyonu hakkında nitel içgörülerin göz ardı edilmesini sağlayabilir (Sun vd., 2025).

## 1. EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ

Eğitim ortamlarında YZ araçlarının kullanımı, öğretim sistemlerinin kişiselleştirilmiş geri bildiriminden eğitim robotlarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (Sun vd., 2025). Bu YZ tabanlı araçlar, öğrenci performans verilerini analiz etmek, kişiselleştirilmiş öğrenme yolları önermek ve rutin öğretim görevlerini otomatikleştirmek için algoritmalarından yararlanarak öğrenme verimliliğini artırmakta ve kişiye özel içerik sunumunu kolaylaştırmaktadır (Merino-Campos, 2025). Örneğin, YZ destekli platformlar öğretim yöntemlerini, içeriğini ve öğrenme hızını bireysel öğrenci ihtiyaçlarına göre uyarlayarak eğitim çıktılarını önemli ölçüde iyileştirebilmektedir (Merino-Campos, 2025). Bu esnek öğretim tasarımı, çoklu ve ağır öğrenme güçlüğü olan öğrenciler de dâhil olmak üzere farklı öğrenen gruplar için özelleştirilmiş kaynaklar ve öğretim stratejileri sunarak kapsayıcı bir öğrenme ortamı oluşturmaktadır (Kohnke & Zaugg, 2025; Merino-Campos, 2025).

Ayrıca, YZ eğitimcilerin öğrenci öğrenme örüntülerini daha iyi anlamalarına ve öğretimsel müdahaleleri daha etkili şekilde uyarlamalarına olanak tanımaktadır (Merino-Campos, 2025). Bu sistemler akademik başarısı düşük olan ve dalgalı performansa sahip öğrencileri desteklemek ve öğrenme çıktılarını geliştirmek için öğretimsel düzenlemeler önerebilmektedir (Xu & Ouyang, 2022; Kohnke & Zaugg, 2025). Kişiselleştirilmiş öğrenmenin ötesinde YZ, idari görevleri kolaylaştırarak öğretmenlerin çağdaş ve yaratıcı öğretime daha fazla zaman ayırmalarını da sağlamaktadır (Sun vd., 2025). Bu teknolojiler, farklı eğitim bağlamlarında etkili bir şekilde kullanılabilmesi için sinir ağları, uyarlanabilir yazılımlar ve uzman sistemler gibi genel YZ yazılımlarını sıklıkla içermektedir (Kohnke & Zaugg, 2025).

Ayrıca, YZ tabanlı araçlar arasında yer alan metinden konuşmaya dönüştürme yazılımları ve ses tanıma sistemleri; fiziksel engellerin yanı sıra konuşma, dil ve görme engelleri bulunan bireyler için erişilebilirliği artırmaktadır (Kohnke & Zaugg, 2025). Sanal öğrenme ortamları ve akıllı öğretim sistemleri gibi YZ destekli yardımcı teknolojilerin entegrasyonu, zihinsel engelli öğrencilerin STEM eğitimine katılımını kolaylaştırmakta, iletişim engellerini aşmalarına ve gerçek zamanlı destek almalarına yardımcı olmaktadır (Kohnke & Zaugg, 2025). Tüm bu gelişmeler, YZ destekli eğitimin öğrenci performansını otomatik olarak değerlendirme, öğrenme sürecini izleme ve risk altındaki öğrencileri tahmin etme yoluyla öğretim tasarımı

güçlendirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Xu & Ouyang, 2022). Ancak bu uygulamaların etkililiği, farklı öğrenci gruplarının bilişsel profilleri ve öğrenme stillerini dikkate alan titiz bir tasarım ve uygulama sürecine bağlıdır (Jantakun vd., 2024; Merino-Campos, 2025).

Yapay zekâ ile önemli ölçüde güçlendirilen kişiselleştirilmiş öğrenme, eğitim içeriğini ve öğretim stratejilerini bireysel öğrenci ihtiyaçlarına göre uyarlayarak STEM eğitiminde öğrenci katılımını ve öğrenme çıktılarının artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır (Sun vd., 2025). Bu uyarlama, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri ve akıllı öğretim sistemleri sunan yapay zekâ uygulamaları aracılığıyla gerçekleştirilmekte ve problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi temel becerilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Sun vd., 2025). OpenAI tarafından desteklenen Khan Academy'nin Khanmigo aracı, matematik ve programlama dâhil olmak üzere çeşitli alanlarda kişiselleştirilmiş destek ve geri bildirim sağlayarak bu uygulamaya örnek teşkil etmektedir (Wang vd., 2024). Yapay zekânın kişiye özel öğrenme yolları ve anlık geri bildirim sunma kapasitesinin, özellikle STEM alanlarında öğrenci motivasyonu ve katılımını olumlu yönde etkilediği savunulmaktadır (Sun vd., 2025). Yapay zekâ destekli ölçme-değerlendirme araçları, notlandırma ve soru oluşturma gibi görevleri kolaylaştırarak öğretmenlerin yükünü önemli ölçüde azaltmakta ve öğrenci değerlendirmelerinin daha verimli yürütülmesini sağlamaktadır (Sun vd., 2025). Bu yapay zekâ araçları, yalnızca geri bildirim döngüsünü hızlandırmakla kalmayıp aynı zamanda detaylı ve yapıcı eleştiriler sunarak geri bildirimin niteliğini de artırmakta, böylece öğrencilerin karmaşık alanlardaki öğrenme ve gelişim süreçlerini desteklemektedir (Kohnke & Zaugg, 2025).

Akıllı Öğretim Sistemleri (Intelligent Tutoring Systems), yapay zekâdan yararlanarak kişiselleştirilmiş, birebir öğretim ve uyarlanabilir öğrenme deneyimleri sunmakta; bu durum özellikle STEM eğitiminde öğrencileri karmaşık konular ve programlama görevlerinde önemli avantajlar sağlamaktadır (Xu & Ouyang, 2022). Bu sistemler, öğrencilerin seviyelerine göre uygulama içeriklerini dinamik olarak seçebilmekte, öğrenme materyalleri için kişiselleştirilmiş öneriler sunabilmekte ve matematik, kimya ve spor eğitimi dâhil olmak üzere farklı disiplinlerde bilgi eksiklerini gidermek stratejileri önerebilmektedir (Wang vd., 2024).

Bununla birlikte, yapay zekânın eğitimde sunduğu potansiyele rağmen, etik kaygılardan uygulama ve entegrasyon zorluklarına kadar uzanan çeşitli sorunlar, bu teknolojinin yaygın ve etkili biçimde kullanılmasını sınırlamaktadır (Ateş & Gündüzalp, 2025). Temel endişelerden biri, özellikle veri gizliliği, algoritmik önyargı ve öğrenme sürecinde insan etkileşiminin azalması gibi konular etrafında şekillenen yapay zekâ etiğidir (Xu vd., 2025). Örneğin, yapay zekâ tabanlı geri bildirim mekanizmalarına aşırı bağımlılık, eğitimde kişiselleştirmeyi azaltabilir; bu da öğrencilerin teknolojiden kopmasına ve insan geri bildirimi arayışına yönelmesine neden olabilir; oysa yapay zekâ nesnellik ve tarafsızlık açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (Memarian & Doleck, 2023). Ayrıca, küresel ölçekte ortak bir etik anlayış ve standartlaşmış kılavuzların olmaması, farklı eğitim ortamlarında yapay zekânın tutarlı bir şekilde uygulanmasını ve düzenlenmesini zorlaştırmaktadır (Nguyen vd., 2022). Buna ek olarak, veri gizliliği ve algoritmik önyargı gibi sorunlar, özellikle kaynakları sınırlı eğitim ortamlarında yapay zekânın faydalarının zedelenmesini önlemek için politika çerçeveleri gerektirmektedir (Merino-Campos, 2025). Standartlaştırılmış protokollerin ve veri formatlarının eksikliği, farklı yapay zekâ platformları arasında verimli veri alışverişini ve uyumlu çalışmayı engelleyerek, düşük bütçeli okullardaki öğrencilerin ileri teknolojilere erişimindeki eşitsizlikleri artırma riski taşımaktadır (Kohnke & Zaugg, 2025). Ayrıca, yapay zekânın mevcut müfredata entegrasyonu ve öğretmenlerin bu araçları etkili bir şekilde kullanabilmesi için gerekli eğitimin sağlanması, teknolojinin potansiyelinden tam anlamıyla yararlanılmasının önünde önemli bir engel oluşturmaktadır (Labadze vd., 2023). Eğitimde yapay zekânın hızla yayılması, akademik dürüstlük, veri gizliliği ve algoritmik önyargı gibi konularda da ek etik kaygılar doğurmaktadır; bu da entegrasyon sürecinde dikkatli bir yaklaşım gerektirmektedir (Merino-Campos, 2025).

## 2. YZ DESTEKLİ STEM EĞİTİMİ

Yapay zekânın STEM eğitimine entegrasyonu, öğrenme çıktılarının ve öğretim yöntemlerinin geliştirilmesi için önemli avantajlar sağlarken aynı zamanda bazı dezavantajları ve zorlukları da beraberinde getiren çok boyutlu bir alan ortaya koymaktadır. Yapay zekâ araçları, bireyselleştirilmiş geri bildirim sağlama, yaygın kavram yanlışlarını belirleme ve problem zorluk düzeyini her öğrencinin yeterlilik seviyesine göre uyarlama kapasiteleri

sayesinde matematik eğitiminde etkilidir (Xu & Ouyang, 2022). Akıllı öğretim sistemleri tarafından desteklenen bu kişiselleştirilmiş yaklaşım, öğrencilerin kendi hızlarında ilerlemelerine olanak tanıyarak, daha karmaşık konulara geçmeden önce temel kavramların pekiştirilmesini sağlar (Merino-Campos, 2025). Bu uyarlanabilir destek, matematiksel akıl yürütme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi için önemlidir ve STEM uygulamalarının disiplinlerarası doğasıyla uyum göstermektedir (Kohnke & Zaugg, 2025).

Fen eğitiminde yapay zekâ, benzer uyarlanabilir öğrenme mekanizmalarını kullanarak karmaşık bilimsel ilkelerin anlaşılmasını geliştirmek için simülasyonlar, sanal laboratuvarlar ve etkileşimli deneylerden yararlanır; bu da öğrencilerin daha derinlemesine katılımını ve akıl yürütme becerilerini teşvik eder (Ateş & Gündüzalp, 2025). Ayrıca, fen eğitiminde kullanılan doğal dil işleme uygulamaları, bilimsel tartışma, eleştirel düşünme ve ayrıntılı açıklamalar oluşturma gibi epistemik uygulamaların geliştirilmesini destekler ki bu beceriler bilimsel okuryazarlığın merkezinde yer almaktadır (Chng vd., 2023). Özellikle akıllı öğretim sistemleri, kavramsal fizikten kimyadaki redoks tepkimelerine kadar uzanan konuları ele alarak fen alanında kavramsal anlamayı geliştirmede etkili olmuştur (Chng vd., 2023).

Gerek fen eğitiminde gerek STEM eğitiminde genel amaç, öğrencilerin teknolojik olarak gelişmiş bir dünyada başarılı olmalarını sağlayacak eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim ve iş birliği becerilerini kazandırmaktır (Jantakun vd., 2024). YZ destekli bu bütüncül STEM eğitimi yaklaşımı, yalnızca teknik yeterliliklerin değil, aynı zamanda disiplinlerarası zorlukları aşmak için gerekli olan daha geniş bilişsel ve üstbilişsel becerilerin geliştirilmesinin de önemini vurgulamaktadır (Sun vd., 2025). Ayrıca, YZ'nin entegrasyonu, öğrencilere karmaşık bilimsel olguları ve mühendislik tasarım sorunlarını keşfetme fırsatları sağlayan, kişiselleştirilmiş destek ve kaynaklarla sorgulamaya dayalı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme gibi yenilikçi pedagojik yaklaşımları da teşvik edebilir (Sun vd., 2025). Bu tür yaklaşımlar, öğrenme içeriğinin ve yöntemlerinin dinamik olarak uyarlanmasına olanak tanıyarak STEM konularının daha derin ve bağlamsallaştırılmış bir şekilde anlaşılmasını sağlar (Kohnke & Zaugg, 2025). Ancak bu potansiyelin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için eğitimcilerin, yalnızca teknolojik olanaklara odaklanmak yerine, yapay zekâ entegrasyonunun pedagojik sonuçlarına yönelmesi gerekmektedir (Chng vd., 2023). Bu da geleneksel bilgisayar tabanlı



etkileşimlerin ötesine geçen, daha dinamik ve etkileşimli uygulamalara doğru bir değişimi gerekli kılmaktadır.

STEM eğitiminde yapay zekâ uygulamalarını, YZ destekli platformların öğrenme tahmini, akıllı öğretim sistemleri, öğrenci davranışı tespiti, otomasyon, eğitim robotları ve programlama eğitimi gibi alanlarda öğrenme süreçlerini kapsamaktadır (Green, 2024). Yapay zekânın entegrasyonu, ayrıca otomatik değerlendirme ve uyarlanabilir geri bildirim süreçlerini de kolaylaştırmakta; akıllı öğretim sistemleri, öğrenci katılımını ve beceri gelişimini önemli ölçüde artırabilmektedir (Çelik vd., 2024). Bunun yanında, YZ destekli sistemler öğrenme verilerini analiz ederek öğrenci katılımındaki örüntüleri belirlemekte ve öğretim yaklaşımlarının etkililiği hakkında istatistikler sunmaktadır; böylece eğitim yöntemlerinin sürekli olarak iyileştirilmesine olanak tanınmaktadır (Chiu & Li, 2023).

Bu yetenek, özellikle karmaşık problemlerle öğrenci etkileşimlerinin ayrıntılı analizinin yanlış kavramları ve hedefe yönelik müdahale gerektiren alanları ortaya çıkarabildiği STEM alanlarında oldukça değerlidir (León vd., 2025). Bu tür sistemler, öğrencilerin problem çözme görevleriyle etkileşimlerinden yanlış kavramları tespit edebilmekte ve STEM kavramlarının daha derinlemesine anlaşılmasını sağlayan anında ve kişiselleştirilmiş geri bildirim sunabilmektedir (Humble & Mozellius, 2022).

Yapay zekânın STEM eğitimine entegrasyonu, YZ odaklı bir dünyadaki olası problemleri yönetebilecek bir iş gücü yetiştirmek için kritik öneme sahiptir (Relmasira vd., 2023). Bu entegrasyon, yalnızca geleneksel STEM disiplinlerini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda disiplinlerarası bilgiyi kapsayarak daha bütüncül ve uyarlanabilir eğitim deneyimleri sunar (Chiu & Li, 2023). Bu paradigma değişimi, akıllı öğretim sistemleri ve otomatik değerlendirme yoluyla öğrenme deneyimlerini kişiselleştirme kapasitesi sayesinde daha kapsayıcı ortamlar oluşturarak öğrenme çıktılarının iyileştirilmesini hedeflemektedir (Alshorman, 2024). Ayrıca, YZ'nin öğrenme örüntülerini derinlemesine analiz etme kapasitesi, yalnızca öneriler sunmanın ötesine geçerek gerçekten uyarlanabilir öğretim deneyimleri sağlamaktadır (Almasri, 2024).

Bu uyarlanabilirlik, öğrencilerin ne aşırı zorlanmasını ne de sıkılmasını engelleyerek zorluk seviyesinin sürekli olarak mevcut bilgi ve yeterlilik düzeylerine uyum sağlamasını, böylece motivasyon ve katılımın artmasını

sağlayabilmektedir (Mouta vd., 2023; Kohnke & Zaugg, 2025). Ayrıca YZ, karmaşık duygusal ve davranışsal örüntüleri analiz edebilir; bu da öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarının daha derinlemesine anlaşılmasına ve öğretmenlerin öğretim yöntemlerini daha etkili biçimde uyarlamasına olanak tanır (Vistorte vd., 2024). Öğrencilerin duygusal ve bilişsel süreçlerine dair bu gelişmiş anlayış, daha empatik ve etkili YZ destekli öğrenme ortamlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Kohnke & Zaugg, 2025).

### 3. YZ DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNİN ÖĞRETİM VE ÖĞRETMEN ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Bu dönüşüm, öğretim yöntemlerinin yeniden değerlendirilmesini gerektirerek geleneksel öğretimden, öğretmenlerin YZ araçlarını farklılaştırılmış öğrenmeyi desteklemek ve öğrenme çıktılarına herkesin ulaşması sağlamak için kullandığı bir modele geçişe doğru yönlendirmektedir (Kiv vd., 2023). Öğretmenler, YZ tabanlı araçları kullanarak öğrenci performansı ve katılımı hakkında datalar elde edebilir; bu da öğretim tasarımına dönüt sağlayarak öğretmenlerin daha proaktif bir destek sunmalarına imkân tanımaktadır (Onesi-Ozıgagun vd., 2024). Bu tür bir entegrasyon, öğretmenlerin bireysel öğrenme açıklarını ele alma ve daha uyarlanabilir bir eğitim ortamı oluşturma kapasitesini artırmaktadır (Al-Zahrani & Alasmari, 2024; Sarıtepeci & Durak, 2024).

Bu dönüşüm, öğretmenlerin sürekli mesleki gelişiminin önemini artırmakta; öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenme çıktılarına ulaşabilmesi için YZ araçlarını öğretim uygulamalarına doğru şekilde entegre etme konusunda yetkin olmalarını gerektirmektedir (Ateş & Gündüzalp, 2025). Ancak YZ sistemleri geliştikçe, duygusal bilişim (affective computing) ve sanal gerçeklik gibi yeni teknolojilerin entegrasyonu, hem bilişsel hem de duygusal ihtiyaçlara uyum sağlayan sürükleyici öğrenme ortamlarının oluşturulmasını sağlamaktadır (Xu vd., 2025). Bu evrim, YZ'yi yalnızca akademik gelişim için bir araç olarak değil, duygusal zekâ ve eleştirel düşünme gibi geleneksel STEM yeterliliklerinin yanında bütüncül öğrenci gelişimini destekleyen kapsamlı bir öğrenme ortağı olarak konumlandırmaktadır (Vistorte vd., 2024). Bununla birlikte, YZ'nin STEM eğitime başarılı entegrasyonu, tasarım ve uygulama açısından öğretmenler için bazı zorluklar da ortaya çıkarmaktadır. Bu zorluklar, veri gizliliğinin ve algoritmik adaletin sağlanmasını, ayrıca YZ'yi

öğretmenlerin kritik rolünü azaltmadan etkili bir şekilde entegre eden öğretim stratejilerin geliştirilmesini kapsamaktadır (Willet & Na, 2024). Bu zorlukların üstesinden gelinmesi, öğretmenler için YZ okuryazarlığına ve araçların uygulanmasında beceri temelli mesleki gelişim programları gerektirmektedir (Hossein-Mohand vd., 2025).

#### 4. YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNDE UYGULAMALAR VE SINIRLILIKLAR

Yapay zekâ, öğrenci performansı ve öğrenme açıklarına ilişkin veriye dayalı öneriler sunarak öğretmenlerin karar alma süreçlerini geliştirmekte ve hedefe yönelik öğretim stratejilerinin uygulanmasına imkân tanımaktadır (Jantakun vd., 2024). Öğretmenler YZ'den yararlanarak bireysel ihtiyaçlara uyum sağlayan kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturabilir; bu da öğrenme çıktılarında önemli iyileşmeler sağlayabilir (Ramos & Wilson-Kennedy, 2024). YZ destekli araçlar, öğrencilere anında ve yapıcı geri bildirim sağlayarak STEM disiplinlerinde kavramsal anlama ve beceri gelişimini desteklemektedir (Gabriel, 2024). Özellikle uyarlanabilir YZ platformları, engelli öğrenciler de dâhil olmak üzere tüm öğrenciler için kapsayıcı ve kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları sunmaktadır (Ayeni vd., 2024). YZ tabanlı sistemler, öğrenci ilerlemesini izleyerek zorluk yaşanan alanları belirlemekte ve bireyselleştirilmiş kaynak önerileri sunabilmektedir (Ahmed vd., 2025). Sohbet robotları da anında geri bildirim sağlayarak etkileşimli öğrenme ortamları sağlayabilir (Sun vd., 2025). Böylece YZ, öğrenmeyi kişiselleştirme, öğrenci kavrayışına dair derinlemesine öngörüler sağlama ve öğrenme çıktıları üzerinde olumlu etkiler sağlama konusunda imkânlar sunarken öğretmenleri desteklemektedir (Pietsch & Mah, 2024; Lampou, 2023). Ayrıca, geniş veri kümelerinin analizi, öğretim tasarımı ve pedagojik seçimlerin ampirik kanıtlarla desteklenmesini sağlamaktadır (Bit vd., 2024; Merino-Campos, 2025). Bu kişiselleştirilmiş destek, özellikle engelli öğrenciler için erişilebilirliği ve katılımı artırmakta; öğretmenlerin öğretimi farklılaştırmalarına yardımcı olmaktadır (Kohnke & Zaugg, 2025; Campino, 2024).

Bununla birlikte, YZ'nin STEM eğitimine entegrasyonu çeşitli sınırlılıklarla karşılaşmaktadır. Öğretmenlerin özerklik kaygıları, teknolojiye dair endişeleri ve YZ deneyim eksiklikleri, benimsemeyi zorlaştıran

faktörlerdir (Ateş & Gündüzalp, 2025; Gürbüz ve Polat, 2024). Veri gizliliği, güvenlik ve algoritmik önyargılar ise adil ve sorumlu uygulama için dikkatle ele alınması gereken etik boyutlardır (Lin vd., 2023). Ayrıca, YZ sistemleri, bütüncül bir öğrenme deneyimi için gerekli olan duygusal zekâ, rehberlik ve eleştirel düşünme desteğinde yetersiz kalmakta; bu alanlarda öğretmenlerin vazgeçilmezliğini ortaya koymaktadır (Sun vd., 2025; Salameh, 2024; Xu & Ouyang, 2022).

Bir diğer sorun, öğretim programlarında YZ okuryazarlığının yeterince yer bulmamasıdır (Jantakun vd., 2024). Bu eksiklik, öğrencilerin YZ odaklı iş gücüne hazırlanması açısından müfredata entegrasyonun önemini ortaya koymaktadır (Engin, Gürbüz ve Tüfekçioğlu, 2025; Kohnke & Zaugg, 2025). Ayrıca, öğretmenlerin YZ'yi pedagojik uygulamalara etkili şekilde entegre edebilmeleri için mesleki gelişim fırsatlarının sağlanması da kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır (Jantakun vd., 2024). Ancak mevcut uygulamalarda öğretmen merkezli anlatımın baskın olması ve öğrenci merkezli stratejilerin sınırlı kullanımı, YZ'nin öğretim potansiyelinin yeterince açığa çıkmasını engellemektedir (Xu & Ouyang, 2022).

## KAYNAKÇA

- Ahmed, S., Rahman, M. S., Kaiser, M. S., & Hosen, A. S. M. S. (2025). Advancing personalized and inclusive education for students with disability through artificial intelligence: Perspectives, challenges, and opportunities. *Digital*, 5(2), 11. <https://doi.org/10.3390/digital5020011>
- 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), 977–1001. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Alshorman, S. (2024). The readiness to use AI in teaching science: Science teachers' perspective. *Journal of Baltic Science Education*, 23(3), 432–445. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.432>
- Al-Zahrani, A. M., & Alasmari, T. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence on higher education: The dynamics of ethical, social, and educational implications. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03432-4>
- Ateş, H., & Gündüzalp, C. (2025). Proposing a conceptual model for the adoption of artificial intelligence by teachers in STEM education. *Interactive Learning Environments*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2457350>
- Ayeni, A. O., Ovbiye, R. E., Onayemi, A. S., & Ojedele, K. E. (2024). AI-driven adaptive learning platforms: Enhancing educational outcomes for students with special needs through user-centric, tailored digital tools. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 22(3), 2253–2267. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.3.0843>
- Bit, D., Biswas, S., & Nag, M. (2024). The impact of artificial intelligence in educational system. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 11(4), 419–428. <https://doi.org/10.32628/ijrst2411424>
- Campino, J. (2024). Unleashing the transformers: NLP models detect AI writing in education. *Journal of Computers in Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s40692-024-00325-y>

- Chiu, T. K. F., & Li, Y. (2023). How can emerging technologies impact STEM education? *Journal for STEM Education Research*, 6(3), 375–390. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00113-w>
- Chng, E., Tan, A., & Tan, S. C. (2023). Examining the use of emerging technologies in schools: A review of artificial intelligence and immersive technologies in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 6(3), 385–405. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00092-y>
- Çelik, İ., Gedrimiene, E., Siklander, P., & Muukkonen, H. (2024). The affordances of artificial intelligence-based tools for supporting 21st-century skills. *Australasian Journal of Educational Technology*, 40(2), 45–63. <https://doi.org/10.14742/ajet.9069>
- Engin, A.O., Gürbüz, F., & Tüfekçioğlu, Ç. (2025). Evaluation of teachers' opinions on the effect of technology use in music education. *Journal For Basic Sciences*, 25(6), 376–384. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15715068>
- Gabriel, R. (2024). The role of artificial intelligence in personalized learning: Opportunities and challenges. *Computers & Education*, 205, 104872. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104872>
- García-Martínez, I., Rodríguez-Izquierdo, R. M., & Pineda-Herrero, P. (2023). Ethical implications of artificial intelligence in education: A systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 54(4), 1123–1142. <https://doi.org/10.1111/bjet.13292>
- Green, A. (2024). Artificial intelligence in STEM education: Case studies on innovative learning environments. *International Journal of STEM Education*, 11(2), 215–230. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00567-3>
- Gürbüz, F., & Polat, Z. (2024). Investigation of The Efficiency of the In-Service Training Course Designed for Algebra Teaching: An Experimental Research. *Eurasian Journal of Teacher Education*, 5(1), 32–46.
- Hossein-Mohand, H., Rodríguez, M. J., & De La Iglesia, D. H. (2025). Artificial intelligence for education in the metaverse: A bibliometric analysis. *Virtual Reality*, 29(1), 55–72. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-00933-y>
- Humble, N., & Mozellius, P. (2022). Artificial intelligence in education: A review of applications and ethical challenges. *Education and Information Technologies*, 27(3), 3421–3445. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10719-5>

- Jantakun, C., Leekitchwatana, P., & Suksakulchai, S. (2024). Artificial intelligence adoption in education: A framework for teachers. *Education and Information Technologies*, 29(2), 987–1005. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-11999-1>
- Jian, L. (2023). Artificial intelligence and personalized learning: Enhancing education through data-driven insights. *Journal of Educational Technology Systems*, 52(1), 25–43. <https://doi.org/10.1177/00472395231112345>
- Kiv, A., Klimova, B., & Tomanek, P. (2023). Artificial intelligence in education: Opportunities for higher education. *Education Sciences*, 13(1), 112. <https://doi.org/10.3390/educsci13010112>
- Kohnke, L., & Zaugg, H. (2025). The impact of artificial intelligence on STEM education: A systematic literature review. *Journal of Science Education and Technology*, 34(2), 123–145. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10012-8>
- Labadze, L., Papiashvili, T., & Khizanishvili, D. (2023). Integrating artificial intelligence into school curricula: Challenges and perspectives. *Education and Information Technologies*, 28(5), 5125–5141. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11231-9>
- Lampou, K. (2023). AI-based personalized learning environments: Ethical considerations and future perspectives. *AI in Education Journal*, 5(4), 211–225. <https://doi.org/10.1016/j.aiej.2023.07.005>
- Lee, J., & Kwon, Y. (2024). Artificial intelligence in social sciences education: A new paradigm for teaching and learning. *Journal of Social Science Education*, 23(1), 45–60. <https://doi.org/10.1007/s11217-024-09999-7>
- León, C., Araya, R., & Villarroel, R. (2025). Artificial intelligence in STEM assessment: Opportunities for personalized learning. *Computers & Education*, 205, 104935. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.104935>
- Lin, J., Wang, Y., & Zhang, X. (2025). AI-driven problem generation for mathematics education: Adaptive learning approaches. *Journal of Mathematics Education*, 14(1), 87–105. <https://doi.org/10.1007/s10763-025-10112-3>

- Memarian, B., & Doleck, T. (2023). Ethical considerations in AI-driven education: Balancing automation and human interaction. *AI Ethics*, 3(4), 765–780. <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00291-1>
- Merino-Campos, C. (2025). Artificial intelligence in education: Current trends and future directions. *Education Sciences*, 15(2), 45. <https://doi.org/10.3390/educsci15020045>
- Mouta, A., Almeida, L., & Lopes, J. (2023). Adaptive learning systems in higher education: AI-based approaches. *Computers in Human Behavior*, 143, 107640. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107640>
- Neugnot-Cerlioli, L., & Laurenty, A. (2024). Socratic assessment approaches in AI-driven learning environments. *Interactive Learning Environments*, 32(4), 765–780. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.1234567>
- Nguyen, D., Lee, S., & Park, Y. (2022). Standardization and ethical guidelines for AI in education: A global perspective. *Computers & Education*, 195, 104683. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104683>
- Okoye, K., & Mante, J. (2024). AI for collaborative learning: Bridging accessibility gaps in STEM education. *Journal of Science Education and Technology*, 33(2), 245–262. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10023-5>
- Onesi-Ozigagun, A., Bello, S., & Danjuma, I. (2024). AI-driven analytics for proactive teaching strategies in STEM education. *International Journal of Educational Technology*, 11(1), 55–72. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00567-8>
- Pietsch, M., & Mah, D. (2024). Artificial intelligence in personalized learning: Teacher perspectives and practices. *Teaching and Teacher Education*, 131, 104185. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104185>
- Ramos, L., & Wilson-Kennedy, Z. (2024). Creating dynamic learning environments with AI: Opportunities and challenges. *Journal of Educational Change*, 25(2), 145–165. <https://doi.org/10.1007/s10833-024-09456-8>
- Relmasira, S., Nugraha, E., & Pratama, A. (2023). AI integration in STEM education: Preparing the future workforce. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3415–3432. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11111-1>



- Salameh, W. (2024). Artificial intelligence and critical thinking in STEM education: Challenges and perspectives. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 112–128. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00456-9>
- Saritepeci, M., & Durak, H. (2024). AI-supported adaptive learning in STEM education: Teachers' experiences and challenges. *Education and Information Technologies*, 29(4), 4512–4535. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12345-9>
- Sun, Z., Lin, C. H., & Wu, Y. T. (2025). Artificial intelligence in STEM education: A systematic review of adaptive learning technologies. *Computers & Education*, 210, 104789. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.104789>
- Vierhauser, M., Lopez, M., & Chang, V. (2024). Predictive analytics in STEM education using artificial intelligence. *Journal of Educational Data Mining*, 16(1), 45–64. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10456789>
- Vistorte, A., Fernandes, A., & Souza, P. (2024). Emotionally intelligent AI in education: Toward adaptive learning environments. *British Journal of Educational Technology*, 55(2), 432–449. <https://doi.org/10.1111/bjet.13456>
- Wang, H., Zhang, Y., & Li, J. (2024). Intelligent tutoring systems in STEM: Personalized feedback and learning analytics. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 67–84. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10014-6>
- Willet, J., & Na, J. (2024). Ethical challenges in AI-driven STEM education: Data privacy and algorithmic bias. *AI Ethics*, 4(1), 56–73. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00345-2>
- Xu, X., & Ouyang, F. (2022). Artificial intelligence in education: A review of emerging applications and future trends. *Computers & Education*, 191, 104645. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104645>
- Xu, X., Ouyang, F., & Chen, S. (2025). Affective computing and virtual reality in AI-enhanced learning environments. *Education and Information Technologies*, 30(2), 456–474. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-11345-6>
- Zhao, Y., Huang, L., & Sun, Q. (2024). Adaptive learning technologies for STEM education: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(3), 256–275. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00467-8>

## BÖLÜM 3

### FEN EĞİTİMİ VE OKUL DIŞI ÖĞRENME

Doç. Dr. Faruk ARICI<sup>1</sup>

Doç. Dr. Ekrem CENGİZ<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17788029>

---

<sup>1</sup>Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, farukarici@bayburt.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-0368-6346

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Bayburt, Türkiye. ekremcengiz@bayburt.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7620-9543



## GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerin pek çoğunda fen eğitiminin ciddi problemlerin eşiğinde içerisinde olduğu vurgulanmaktadır. Araştırmalar, öğrencilerin okuldaki fen derslerine yönelik tutumlarının özellikle ortaöğretim yıllarında giderek olumsuzlaştığını göstermektedir (Braund ve Reiss, 2006; Gürbüz ve Sarıoğlu, 2022). Bu olumsuz eğilim sonucunda, fen bilimlerini üst düzeyde öğrenmeyi veya bu alanda mesleki bir kariyer sürdürmeyi tercih eden öğrenci sayısı her geçen yıl azalmaktadır (Goodrum vd., 2001; Osborne ve Collins, 2001). Uzun süredir farklı ülkelerdeki bilim eğitimi uzmanları, mevcut fen öğretiminin—özellikle 14–16 yaş grubundaki öğrencilere sunulan programların—çoğu zaman sıkıcı, ilgi çekicilikten uzak, öğrencilerin gündelik yaşamıyla ilişkisi zayıf ve içerik açısından güncelliğini yitirmiş olduğunu dile getirmektedirler (Braund ve Reiss, 2006). Bu durumun yalnızca gelecekte bilim insanı olmayı hedefleyen küçük bir öğrenci grubunu yetiştirmeye odaklandığı; buna karşın, toplumun büyük çoğunluğunu yirmi birinci yüzyılda etkin bir vatandaş olarak yer alabilmeleri için gerekli olan bilimsel kavrayış, akıl yürütme becerileri ve bilim okuryazarlığıyla yeterince donatmadığı ileri sürülmektedir (Goodrum vd., 2001; Sjöberg, 1997).

Buna karşın, bilimin okul dışı ortamlarda sunulma biçimi genellikle çok daha farklı bir izlenim yaratmaktadır. Bilim müzeleri, uygulamalı öğrenme merkezleri, hayvanat bahçeleri, botanik bahçeleri gibi gayriresmî öğrenme ortamları, bireyler tarafından çoğunlukla heyecan verici, merak uyandırıcı, zihinsel açıdan zorlayıcı ve aynı zamanda ilham verici mekânlar olarak görülmektedir (Braund ve Reiss, 2006). Bu tür ortamlarda yeni teknolojilerin sunduğu imkânlar etkin bir şekilde kullanılmakta; aynı zamanda öğrenmenin gayri resmî bağlamlarda nasıl gerçekleştiğine ilişkin gelişen kuramsal anlayışlardan yararlanılmaktadır (Popli, 1999). Nitekim, son yıllarda yapılan araştırmalar da bu ortamların öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini, bilim okuryazarlığını artırdığını ve bilime yönelik olumlu tutumların oluşmasına katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır (Behrendt & Franklin, 2014; DeWitt & Osborne, 2010; Overskaug vd., 2022). Özellikle dijital teknolojilerin ve etkileşimli uygulamaların entegrasyonu, ziyaretçilerin öğrenme deneyimlerini daha kişiselleştirilmiş ve katılımcı hale getirmekte; böylece bilimin toplumla daha güçlü bir şekilde buluşturulmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, gayri resmî öğrenme ortamları yalnızca okul

eğitimine tamamlayıcı bir nitelik taşımakla kalmayıp, aynı zamanda bireylerin yaşam boyu öğrenme süreçlerinde bilime yönelik ilgi ve katılımlarını da teşvik eden kritik alanlar olarak değerlendirilmektedir.

## 1. OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARI

Okul dışı öğrenme ortamları, öğrencilerin örgün eğitim ortamları haricinde, planlı ya da plansız olarak öğrenme faaliyetlerine katıldıkları öğrenme ortamlarıdır. Bu ortamlar, öğrenenin ilgi, ihtiyaç ve becerilerine göre belirlenebilir ayrıca öğrenmeyi daha kalıcı, anlamlı ve aktif katılımı yaparak yaşayarak öğrenilen hâle getirebilir (Bozdoğan ve Kavcı, 2016). Okul dışı öğrenme ortamlarında yürütülen faaliyetler, her öğrencinin kendi hızında bilgi edinmesine yardımcı olur, öğrenmeyi motive eder (Melber ve Abraham, 1999) ve okul eğitimini geliştirir (Gerber, Marek ve Cavallo, 2001). Fizik, sosyal bilimler, matematik ve sanat dahil olmak üzere birçok akademik alanda, okul sonrası öğrenme alanlarının bu faydaları da açıktır. Bu alanlar arasında en büyük katkıları fen ve sosyal bilgiler öğretimine yapmaktadırlar. Bunun nedeni, fen ve sosyal bilgiler eğitiminin günlük yaşamla daha ilgili olması, soyut fikirler içermesi, canlı ve cansız varlıkları geniş bir yelpazede kapsaması ve araştırma ve sorgulamaya konu olmasıdır (Erten ve Taşçı, 2016). Alanyazında birçok okul dışı öğrenme ortamından söz edilmektedir bunlara ait bir sınıflandırma ise Tablo 1 de sunulmuştur.

**Tablo 1:** Okul dışı öğrenme ortamlarının sınıflandırılması

| Sınıflama Türü                                                    | Alt Kategoriler / Açıklama                                                                       | Kaynak                               |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>1. Resmîlik Düzeyine Göre</b> (Formal - Non-formal - Informal) | - <b>Formal:</b> Yapılandırılmış, müfredatlı öğrenme ortamları (ör. okul destekli müze gezileri) | Eshach (2007); Werquin (2010);       |
|                                                                   | - <b>Non-formal:</b> Planlı ama gönüllü katılıma dayalı öğrenme (ör. yaz kampları)               | Malcolm, Hodkinson, ve Colley, 2003) |

| Sınıflama Türü                                   | Alt Kategoriler / Açıklama                                                                                                                                                                                                                                                           | Kaynak                      |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                  | - <b>Informal:</b> Günlük yaşamda doğal biçimde gerçekleşen öğrenme (ör. belgesel izleme)                                                                                                                                                                                            |                             |
| 2. Fiziksel Ortama Göre (Place-Based Learning)   | - <b>Doğal Ortamlar:</b> Orman, park, göl gibi doğa temelli alanlar<br>- <b>Kültürel Alanlar:</b> Müze, tarihî mekânlar, sanat galerileri<br>- <b>Toplumsal Alanlar:</b> Pazar yeri, belediye, yerel işletmeler<br>- <b>Endüstriyel Alanlar:</b> Bilim merkezi, fabrika, laboratuvar | Behrendt ve Franklin (2014) |
| 3. Katılım Düzeyine Göre (Aktif / Pasif Katılım) | - <b>Aktif:</b> Uygulama, gözlem, deney yapma içeren etkinlikler<br>- <b>Pasif:</b> İzleme, dinleme gibi gözlem temelli etkinlikler (ör. tiyatro izleme)                                                                                                                             | Rickinson vd. (2004)        |
| 4. Dijital Ortamlar (Online / E-Öğrenme)         | - <b>Online platformlar:</b> Coursera, Khan Academy<br>- <b>Sanal geziler:</b> Online müze turları, 360° saha gezileri<br>- <b>Forumlar,</b>                                                                                                                                         | Means vd. (2014)            |

| Sınıflama Türü                                                                    | Alt Kategoriler /<br>Açıklama                                                                                                                                                                             | Kaynak             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                                                                                   | <b>e-topluluklar:</b> Eğitim odaklı sosyal medya grupları                                                                                                                                                 |                    |
| <b>5. Eğitim Dışı Fen Uygulamaları</b><br>(Education Outside the Classroom - EOC) | <b>- Saha çalışmaları:</b> Doğal ortamda fen eğitimi<br><b>- Toplum temelli uygulamalar:</b> Yerel projeler, okul bahçesi kullanımı<br><b>- Kültürel bilim ortamları:</b> Bilim sergileri, bilim müzeleri | O'Neill vd. (2024) |

Tablo 1'e bakıldığı zaman okul dışı öğrenmenin işlevlerine göre farklı sınıflandırmaları olduğu görülmektedir. Bu sınıflandırmalara göre okul dışı öğrenme ortamlarının çeşitliliğinin oldukça zengin olduğu ifade edilebilir.

## 2. OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARININ EĞİTSEL KATKILARI

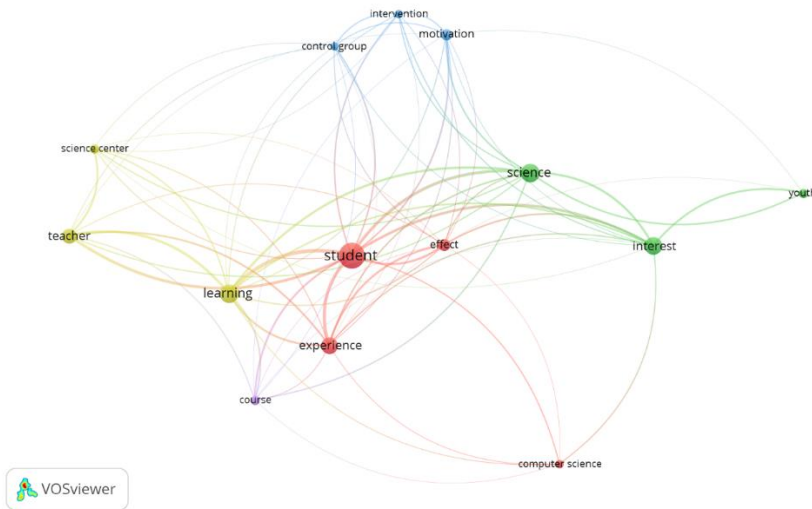
Okul dışı öğrenme ölçülebilir bilişsel, duygusal ve davranışsal faydalar sağlar (Falk ve Dierking, 1997; Tösten, 2020; Sarıoğlu, Gürbüz ve Yakupoğlu, 2025). Araştırmalar, müzelerde, bilim merkezlerinde, hayvanat bahçelerinde ve açık hava ortamlarında gerçekleştirilen okul dışı öğrenme deneyimlerinin bilimsel başarıyı, bilginin kalıcılığını ve katılımı artırdığını, geleneksel sınıf içi eğitime etkili bir tamamlayıcı görevi gördüğünü göstermektedir (İleritürk ve Küçükoğlu, 2020; Pedretti, 2002; Saraç, 2017).

## 3. OKUL DIŞI ÖĞRENME İLE İLGİLİ EĞİLİMLER

Okul dışı öğrenme ile ilgili eğilimler için Wen of science veri tabanında arama yapılmış olup “fen eğitimi” veya “fen öğretimi” veya “fen öğrenme” kavramları ile “okul dışı öğrenme” veya “sınıf dışı öğrenme” veya “sınıf

dışında öğrenme” veya “okul dışında öğrenme” kavramları gelişmiş, ş arama ile taranmıştır. Araştırma sonunda 49 çalışma analize dahil edilmiştir. Çalışmalara son erişim 08.09.2025 tarihidir. Eğilimlerin belirlenmesi için VOSviewer programı kullanılmıştır.

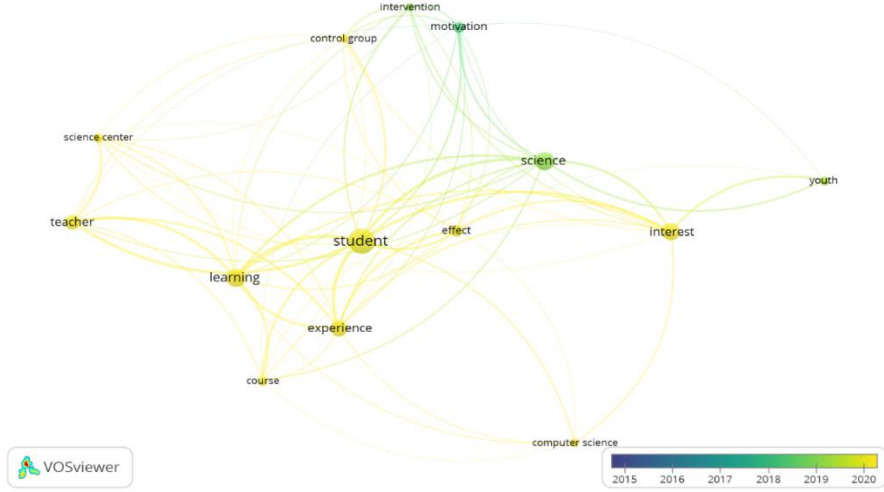
Özet bölümünde en çok değinilen kelimeler için tam sayma seçilmiş ve bir kavramın tekrar etme sıklığı 10 olarak belirtildikten sonra en çok tekrar eden 14 kavramdan meydana gelen harita oluşturulmuştur. Öğrenci (f=100), Fen bilgisi (f=56) ve Öğrenme (f=52) en çok tekrar eden kavramlardır. Şekil 1’de Özet bölümlerinde en çok değinilen kavramlar sunulmuştur.



**Şekil 1: Özet bölümlerinde en çok değinilen kavramlar**

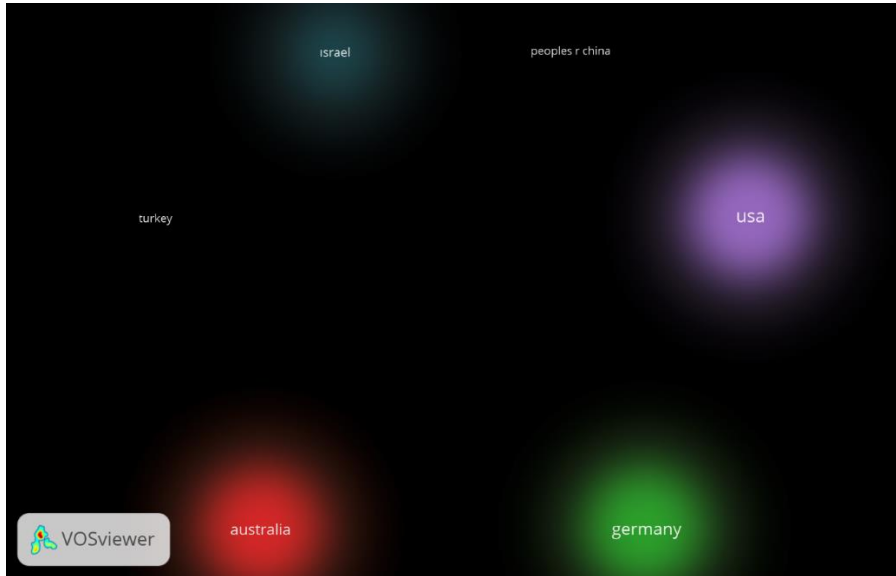
Özet bölümlerinde tekrar eden kelimelerin zamanla dağılımı için oluşturulan haritada Öğrenme, ilgi ve fen merkezi kavramlarının son yıllarda ağırlıklı araştırıldığını göstermiştir. Durumu belirten harita Şekil 2’de sunulmuştur.





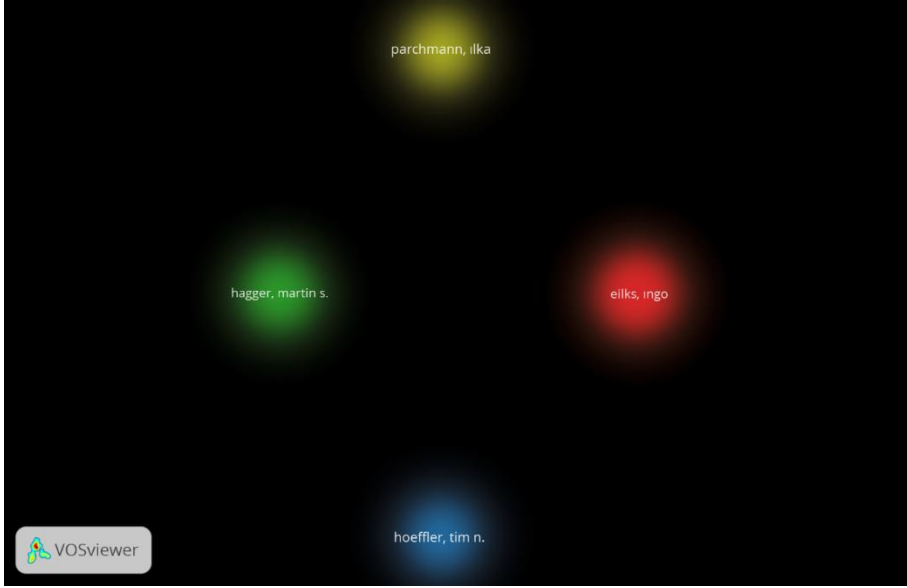
Şekil 2: Özet bölümlerinde en çok değinilen kavramlar

En çok atıf alan ülkeler ile ilgili eğilimleri belirlemek için yürütülen analizlerde bir ülkenin en az 2 çalışma ve en az 4 atıf alma koşul seçilmiş ve bu ülkelerin Amerika, Almanya ve Avustralya oldukları görülmüştür. Şekil 3'te durumu belirten harita sunulmuştur.



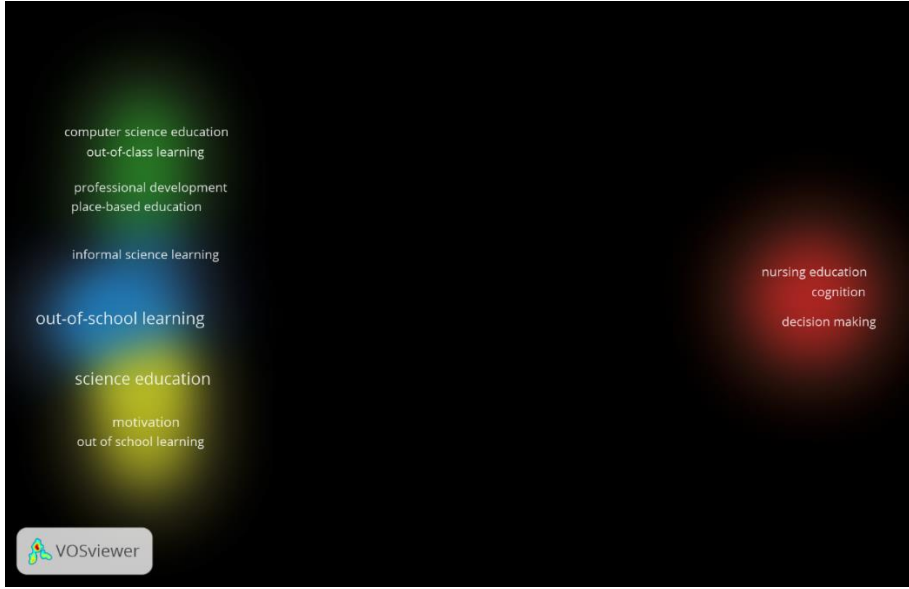
Şekil 3: Okul dışı öğrenme ortamları alanında en çok atıf alan ülkeler

An çok atıf alan ve önde gelen yazarların kimler olduğunu belirlemek amacıyla yürütülen analizler doğrultusunda en az 2 çalışma ve en az 5 atıf koşulu seçilmiştir. Bu analizlere göre Hagger (f=98), Hamilton (f=98) ve Vollmer (f=78) olarak ortaya çıkmıştır. Durumu belirten harita Şekil 4'te sunulmuştur.



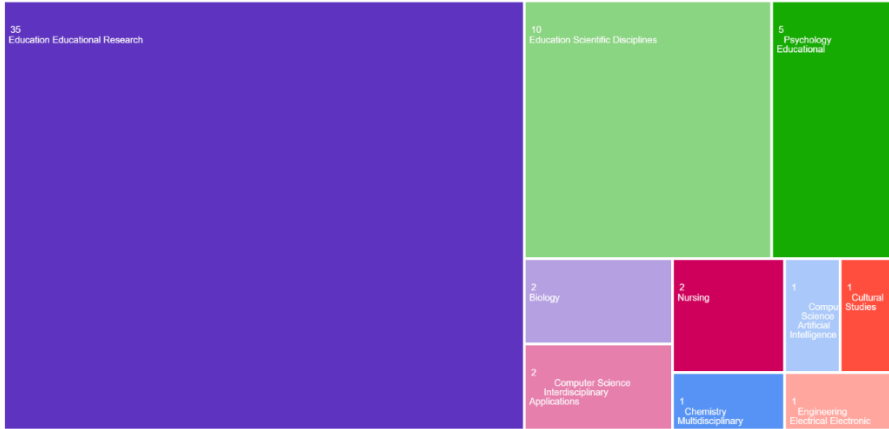
Şekil 4: Okul dışı öğrenme ortamları alanında en çok atıf alan araştırmacılar

An çok tekrarlayan anahtar kelimelerin neler olduğunu belirlemek amacıyla yürütülen analizler doğrultusunda en az 2 tekrar koşulu seçilmiştir. Bu analizlere göre on yedi anahtar kelime ortaya çıkmıştır. Bunlar; okul dışı öğrenme (f=12), fen eğitimi (f=11) ve motivasyon (f=4) olarak ortaya çıkmıştır. Durumu belirten harita Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5: Okul dışı öğrenme ortamları alanında en çok atıf alan araştırmacılar

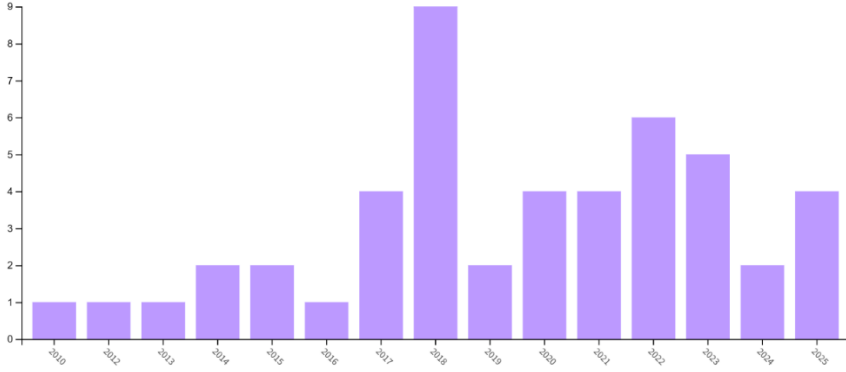
Okul dışı öğrenme alanında yürütülen çalışmaların hangi disiplinlerde odaklandığını belirlemek için yürütülen analizlere göre Eğitim araştırmaları, eğitim bilimleri alanları ve psikoloji alanında eğilimlerin yoğun olduğu belirlenmiştir. Şekil 6’da durumu gösteren grafik sunulmuştur.



Şekil 6: Okul dışı öğrenme alanında yürütülen çalışmaların disiplinlere göre durumu

Okul dışı öğrenme alanında yürütülen çalışmaların yıllara göre nasıl dağılım gösterdiğini belirlemek için yürütülen analizlere göre 2018 yılında en

çok yayın yapıldığı ( $f=9$ ), 2023 ( $f=5$ ) ikinci yıl olduğu, 2025 yılında ( $f=4$ ) yayın olduğu ve 2006 yılından sonra yıllık yayın sayısının 2006 öncesine göre daha çok olduğu belirlenmiştir. Şekil 7’de durumu gösteren grafik sunulmuştur.



Şekil 7: Okul dışı öğrenme alanında yürütülen çalışmaların yıllara göre nasıl dağılımı

#### 4. OKUL DIŞI ÖĞRENMENİN GELECEĞİ

Web of Science veri tabanında yapılan bibliyometrik analiz sonucunda, fen eğitiminde okul dışı öğrenme alanına ilişkin temel araştırma eğilimleri belirlenmiştir. Özet bölümlerinde en sık geçen kavramların öğrenci, fen bilgisi ve öğrenme olduğu görülmüştür. Bu bulgu, çalışmaların büyük ölçüde öğrenci merkezli öğrenme süreçlerine odaklandığını göstermektedir. Okul dışı öğrenme ortamları üzerine yapılan araştırmaların, çoğunlukla öğrenenin deneyimleri, bilişsel gelişimi ve motivasyonu üzerine yoğunlaştığı; ortamların yapısal veya bağlamsal özelliklerinden ziyade öğrenme sürecinin bireysel yönlerinin ön plana çıktığı anlaşılmaktadır. Dohn (2010), informal fen öğrenme araştırmalarının giderek daha fazla öğrencinin katılımı, öğrenme sürecine dahil olma düzeyi ve anlam oluşturma süreçlerine vurgu yaptığını belirtmiştir. Benzer şekilde Kurniawan vd. (2018), informal fen eğitimi çalışmalarının yalnızca bilgi edinimiyle değil, bireylerin öğrenme deneyimlerini anlamlandırmalarıyla ilgilendiğini ortaya koymuştur.

Zamana göre kavram dağılımı incelendiğinde, “öğrenme”, “ilgi” ve “fen merkezi” kavramlarının son yıllarda daha fazla vurgulandığı görülmüştür. Bu durum, araştırmacıların giderek artan biçimde fen merkezleri veya benzeri gayriresmî ortamlarda gerçekleşen öğrenme süreçlerine ve öğrencilerin ilgi gelişimine yöneldiğini göstermektedir. Neher-Asylbekov ve Wagner (2023),

son yıllarda açık alan ve okul dışı öğrenme çalışmalarının deneyimsel ve ilgi temelli öğrenme tasarımlarına odaklandığını belirtmektedir. Bu yönelim, okul dışı öğrenmenin yalnızca destekleyici veya tamamlayıcı bir etkinlik olmaktan çıkarak fen öğreniminin bütüncül bir parçası haline geldiğini göstermektedir.

Atıf analizine göre en çok atıf alan ülkelerin Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Avustralya olduğu belirlenmiştir. Bu ülkeler, okul dışı ve informal fen eğitimi araştırmalarında hem üretim hem de etki açısından önde gelen konumdadır. Bu bulgu, bilim eğitimi literatüründe sıklıkla görülen merkez-çevre yapısı ile uyumludur. Gelişmiş ülkelerin daha güçlü araştırma altyapısı, finansman kaynakları ve akademik ağlara sahip olmaları, bu ülkelerdeki üretimi artırmaktadır. Ibragimov vd. (2023) da benzer şekilde, fen eğitiminde öğrenme ortamlarıyla ilgili çalışmaların büyük ölçüde gelişmiş ülkelerde yoğunlaştığını belirtmiştir. Bu durum, alanda daha fazla uluslararasılaşma ve farklı sosyo-kültürel bağlamlarda yürütülen araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Yazar temelli analizlerde Hagger (f = 98), Hamilton (f = 98) ve Vollmer (f = 78) gibi isimlerin öne çıkması, alanın belirli bir çekirdek araştırmacı grubunun etrafında şekillendiğini göstermektedir. Bu yoğunlaşma, okul dışı öğrenme alanındaki bilgi birikiminin sınırlı sayıda etkili yazar ve araştırma ekibi etrafında oluştuğunu düşündürmektedir. Benzer biçimde Phipps (2010), informal fen eğitimi alanında belirli yazar kümelerinin araştırma gündemini yönlendirdiğini ve bu kümelerin metodolojik yaklaşımların gelişiminde belirleyici rol oynadığını belirtmiştir.

Anahtar kelime analizine göre en sık kullanılan terimler “okul dışı öğrenme” (f = 12), “fen eğitimi” (f = 11) ve “motivasyon” (f = 4) olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, araştırmaların hem kavramsal (okul dışı öğrenme, fen eğitimi) hem de öğrenen odaklı (motivasyon) boyutlara önem verdiğini göstermektedir. Özellikle “motivasyon” kavramının sıkça vurgulanması, okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin içsel güdülenmelerini artırmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Nitekim Yıldırım (2020), okul dışı öğrenme ortamlarının fen öğrenme motivasyonunu anlamlı biçimde yükselttiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Xia, vd. (2025) tarafından yapılan meta-analiz, informal fen öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarını ve öğrenme istekliliklerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Disiplin dağılımı analizine göre okul dışı öğrenme araştırmalarının büyük oranda eğitim araştırmaları, eğitim bilimleri ve psikoloji alanlarında

yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu durum, çalışmaların fen içeriğinden çok öğrenme süreçleri, bireysel farklılıklar, motivasyon ve bilişsel gelişim gibi alanlara yöneldiğini göstermektedir. O'Neill vd. (2024) da sınıf dışı eğitim araştırmalarının pedagojik yaklaşımlar ve öğrenme sonuçları üzerindeki etkilerine yoğunlaştığını ifade etmektedir. Bu bulgu, fen eğitiminin yalnızca içerik aktarımı değil, aynı zamanda öğrenme bilimi ve psikoloji temelli kuramlarla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Yıllara göre yayın dağılımına bakıldığında, en fazla çalışmanın 2018 yılında (f = 9) yapıldığı, 2023 yılında (f = 5) ikinci sırada yer aldığı ve 2025 yılında (f = 4) çalışmanın bulunduğu belirlenmiştir. 2006 yılından sonra yapılan yayın sayısının önceki döneme göre artmış olması, bu alana olan akademik ilginin giderek yükseldiğini göstermektedir. Phipps (2010), 2000'li yılların başından itibaren informal fen eğitimi araştırmalarında kavramsal ve yöntemsel çeşitliliğin arttığını vurgulamıştır. Staus vd. (2021) ise son yıllarda informal ortamlarda öğrenme çıktılarının ölçülmesine yönelik yenilikçi yaklaşımların arttığını, ancak uzun vadeli etkilerin hâlâ yeterince incelenemediğini belirtmiştir.

Genel olarak, bu çalışmanın bulguları, okul dışı öğrenme ortamlarının fen eğitimindeki önemine ilişkin literatürdeki eğilimlerle büyük ölçüde örtüşmektedir. Öğrenci katılımı, motivasyon ve deneyim temelli öğrenmeye yapılan vurgu, Dohn (2010) ile O'Neill vd. (2024) tarafından da vurgulanan yönelimlerle paralellik göstermektedir. Bununla birlikte, mevcut literatürde bazı boşluklar da bulunmaktadır. Özellikle coğrafi çeşitliliğin sınırlı olması, uzun süreli etki çalışmalarının azlığı ve etkin öğrenme ortamlarının pedagojik tasarım özelliklerinin yeterince incelenmemesi bu alanda geliştirilmesi gereken yönlerdir. Bu doğrultuda gelecekte yapılacak araştırmaların farklı kültürel bağlamları karşılaştırmalı biçimde ele alması, uzun dönemli öğrenme çıktılarının izlenmesine odaklanması ve öğrenme ortamı tasarımının (öğrenci özerkliği, rehberlik düzeyi, iş birliği yapısı gibi) belirleyici unsurlarını sistematik biçimde incelemesi önerilmektedir. Bu tür çalışmalar, okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının gelişimine nasıl sürdürülebilir katkılar sağladığını daha kapsamlı biçimde ortaya koyacaktır.

## KAYNAKÇA

- Behrendt, M., & Franklin, T. (2014). A review of research on school field trips and their value in education. *International journal of environmental and science education*, 9(3), 235-245.
- Bozdoğan, A. E., & Kavcı, A. (2016). Sınıf dışı öğretim etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarına etkisi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 13-30.
- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International journal of science education*, 28(12), 1373-1388.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2010). Recollections of Exhibits: Stimulated-recall interviews with primary school children about science centre visits. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1365-1388.
- Dohn, N. B. (2010). The formality of learning science in everyday life: A conceptual literature review. *Nordic Studies in Science Education*, 6(2), 144-154.
- 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.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1997). School field trips: Assessing their long-term impact. *Curator: The Museum Journal*, 40(3), 211-218.
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M., & Marek, E. A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23(5), 535-549.
- Goodrum, D., Hackling, M. W., & Rennie, L. J. (2001, August). The status and quality of teaching and learning of science in Australian schools.
- Gürbüz, F., & Sarıoğlu, A. B. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin sorgulamaya dayalı öğrenmede soru sormaya yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Current perspectives in social sciences*, 26(2), 237-244.

- Ibragimov, G. I., Murkshtis, M., Zaitseva, N. A., Kosheleva, Y. P., Sadykova, A. R., & Shindryaeva, N. N. (2023). Research trends on learning environment in science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(11), em2351.
- İleritürk, D., & Küçükoğlu, A. (2020). Okul dışı öğrenme etkinlikleri. *Kuramdan uygulamaya okul dışı öğrenme ortamları içinde*, 137-162.
- Kurniawan, K. E., Santoso, B., & Tjahjana, D. D. D. P. (2018, February). Improvement of centrifugal pump performance through addition of splitter blades on impeller pump. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1931, No. 1, p. 030053). AIP Publishing LLC.
- Malcolm, J., Hodgkinson, P., & Colley, H. (2003). *Informality and formality in learning: a report for the Learning and Skills Research Centre*. Learning and Skills Research Centre.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., & Baki, M. (2013). The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teachers college record*, 115(3), 1-47.
- Melber, L. M., & Abraham, L. M. (1999). Beyond the classroom: Linking with informal education. *Science Activities*, 36(1), 3-4.
- Neher-Asylbekov, S., & Wagner, I. (2023). Effects of out-of-school STEM learning environments on student interest: A critical systematic literature review. *Journal for STEM Education Research*, 6(1), 1-44.
- O'Neill, D., Kelly, R., McCormack, O., & Azevedo, N. H. (2024). A Systematic review on education outside the classroom: lessons for science EOC practices. *Sustainability*, 16(13), 5346.
- Osborne, J., & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International journal of science education*, 23(5), 441-467.
- Overskaug, K., Steffensen, M., & Andersen, R. (2022). Visit Dynamics of 5-to 19-Year-Olds in a Natural History and Archaeology Museum from 1992 to 2016: Toward the Next Generation Museum. *The International Journal of the Inclusive Museum*, 15(2), 25.
- Pedretti, E. (2002). T. Kuhn meets T. Rex: Critical conversations and new directions in science centres and science museums.



- Phipps, M. (2010). Research trends and findings from a decade (1997–2007) of research on informal science education and free-choice science learning. *Visitor studies*, 13(1), 3-22.
- Popli, R. (1999). Scientific literacy for all citizens: different concepts and contents. *Public Understanding of Science*, 8(2), 123.
- Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Choi, M. Y., & Benefield, P. (2004). A review of research on outdoor learning.
- 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.
- Sarıoğlu, A. B., Gürbüz, F., & Yakupoğlu, M. (2025). The Comparison of Pre-Service Science Teachers' Drawings of the “Universe” Concept and the Universe Visuals They Created from Artificial Intelligence. *Participatory Educational Research*, 12(4), 168-187.
- Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, 9-28.
- Staus, N. L., Falk, J. H., Price, A., Tai, R. H., & Dierking, L. D. (2021). Measuring the long-term effects of informal science education experiences: Challenges and potential solutions. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 3.
- Tösten, R. (2020). Okul dışı eğitim ve öğrenme. A. Küçüköğlu ve H. İ. Kaya (Ed.). *Kuramdan uygulamaya okul dışı öğrenme ortamları* (içinde s. 1-22). Ankara: Pegem Akademi.
- Werquin, P. (2010). Recognition of non-formal and informal learning: Country practices. *Organisation de coopération et de développement économiques OCDE. Paris. Disonible en.*
- Xia, X., Bentley, L. R., Fan, X., & Tai, R. H. (2025). STEM Outside of School: a Meta-Analysis of the Effects of Informal Science Education on Students' Interests and Attitudes for STEM. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(4), 1153-1181.
- Yıldırım, H. İ. (2020). The effect of using out-of-school learning environments in science teaching on motivation for learning science. *Participatory Educational Research*, 7(1), 143-161.

## BÖLÜM 4

### OKULÖNCESİ FEN EĞİTİMİNDE SORGULAMA TEMELLİ STEM EĞİTİMİ\*

Öğr. Gör. Esra BURSA KILIÇ<sup>1</sup>

Doç. Dr. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17788056>

---

<sup>1</sup>Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir Meslek Yüksekokulu, Çocuk Gelişimi Bölümü, Balıkesir, Türkiye. [essrabursa@hotmail.com](mailto:essrabursa@hotmail.com), Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8998-8902>

<sup>2</sup>Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir, Türkiye. [abostan@balikesir.edu.tr](mailto:abostan@balikesir.edu.tr), Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-2320-9427>

\*Bu çalışma birinci yazar Öğr. Gör. Esra BURSA KILIÇ'ın ikinci yazar Doç. Dr. Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN 'ın danışmanlığında tamamladığı “Sorgulama Temelli Stem Etkinlikleri ile Fen Öğretiminin Okul Öncesi Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine Olan Etkileri” isimli yüksek lisans tezinden türetilmiştir.



## GİRİŞ

Son yıllarda sürekli gelişmekte olan bilim ve teknoloji birçok ülkede oldukça önem kazanmaya başlamıştır. Ekonomi, teknoloji ve eğitim alanlarında diğer ülkelerden geri kalmamak adına bilime başvurulmuştur. Bilim ve teknoloji geliştikçe ülkelerin gelişmişlik ve refah seviyesinin de arttığı gözlemlenmiştir. Günümüze kadar bilimin yıllar içinde birçok tanımı yapılmıştır. Çünkü bilim hızla gelişen, değişen ve sınırları olmayan bir kavramdır, bu yüzden de mevcut bilinen bilgiler sabit kalmamıştır v sürekli değişmiştir (Soslu, 2016). Hızla gelişen bilim ve teknoloji ile çağımız bilim ve teknoloji çağı olmuştur. Bilimin öneminin artmasıyla ülkeler birbiri ile rekabet haline girmiştir. Bu rekabet ortamında bilim ve teknolojiye ayak uyduran ülkelerin gelişmişlik düzeyi artarak diğer ülkelerden bir adım öne geçmesini sağlamıştır (Yörükoğulları, 2013). Nitelikli bireylerin yetiştirilmesinde fen büyük bir rol oynamaktadır. Bilim ve teknolojinin gelişmesinde eğitimin öneminin büyük olduğunu kabul eden ülkeler, eğitimde fen ve matematik eğitime büyük ölçüde önem vermektedirler. Fen eğitiminin öneminin bu alanda da fazla olmasıyla birçok ülkede çalışmalar yapılmaktadır (Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996; Harlen, 1996).

Fen eğitiminin amacı, öğrencileri bilgileri olduğu gibi aktarmak değil bu bilgilere ulaşmak için bilgileri kullanıp, uygulama olanağı sağlayarak, araştırma, yorumlama, beyin fırtınası, problemin çözümü ve çözüm yollarını bularak bir ürün elde etme fırsatı sağlamaktır (Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996). Çocukların doğdukları andan itibaren keşfetmeye, öğrenmeye eğilimleri vardır. Öğrenme erken yaşlarda başlamakta ve hayat boyu devam etmektedir. Okul öncesi dönem öğrenmenin en hızlı gerçekleştiği dönemdir. Çocuklar çok erken yaşlarda öğrenme, sosyal ilişkiler kurma ve gelişimlerine katkı sağlayan bilişsel, duyuşsal, fiziksel, dil, sosyal gibi bazı doğuştan gelen özellikler ile doğmaktadır. Bu özelliklerin sürekli olabilmesi için erken yaşlarda fark edilip geliştirilmesi ve katkı sağlanması gerekmektedir. Çocukların bu yıllarda çevrelerinde olup biten olay ve olgulara karşı merak duyduğu, etkin bir şekilde çevrelerini keşfettikleri, çoğu zaman meraklarını gidermek için çevresindeki kişilerle iletişime girme ve sosyal etkileşim başlatmaya yönelik pek çok davranış örüntüleri sergilediği gözlenmektedir. Çocukların doğal merakları doğrultusunda sergilediği bu eğilim ya da davranışlar, bilişsel, dil, fiziksel, psikomotor gelişim alanlarında olduğu gibi sosyal ve duygusal gelişim

alanlarında da deneyimler edinmesine olanak sunmaktadır. Okulöncesi dönem, beyin gelişiminin en hızlı ve en yoğun yaşandığı dönemdir. Doğumdan sonraki ilk 72 ay çocuklarda beyin gelişimi, ince motor becerilerinin gelişimi, bilişsel, duygusal gelişim, dil gelişimi ve sosyal gelişim son derece önemli bir temeli oluşturmaktadır. Erken yaşlarda çocuğun okula, öğrenmeye ve kendi becerilerine dair geliştireceği tutumları belirlemekte ve gelecekteki okul başarısını etkilemektedir. Okulöncesi dönemde nitelikli deneyimler edinen çocukların okula, öğrenmeye ve kendi becerilerine dair olumlu tutumlar geliştirdiği bilinmektedir (Alan, 2020).

Bilgi ve teknoloji çağı olarak adlandırılan 21.yüzyıl da dünya, hızına erişilemeyecek şekilde değişim ve gelişim göstermektedir. Bu çağa ve değişimlere ayak uydurabilmek için, yeniliklerin ve gelişmelerin farkında olan, bu gelişmelere kendisinin nasıl katkı sağlayacağını düşünen, bu düşüncelerini uygulamaya geçirebilen bireyler 21.yüzyıl becerilerine sahip bireyler olarak tanımlanabilir. Ülkelerin ekonomik durumlarına göre geleceğin işleri raporunda belirtilenlere göre be beceriler iletişim kurma, iş birliği, analitik düşünme, hayal gücü ve problem çözme becerisi olarak belirtilmiştir (Akgündüz ve Akpınar, 2018).

Zaman değiştikçe bireylerden beklenen beceri ve nitelikler de değişmekte ve farklılaşmaktadır. Son zamanlarda yaşanan ekonomik, sosyal, bilimsel ve teknolojik gelişmeler bireylerin yaşam şeklini önemli ölçüde değiştirmiştir. Bu nedenle bireylerin gündelik yaşamlarında ve iş hayatlarında başarılı olabilmeleri için çağın getirdiği yenilik ve becerilere sahip olmaları gerekir. Ayrıca bireylerden sahip oldukları becerileri toplumsal faydaya dönüştürmeleri de istenmektedir. Bu gelişmelerin gelecekte daha hızlı olacağını dikkate alan ülkeler, güçlü bir gelecek oluşturmak için her bireyinin 21.yüzyıl becerilerine sahip olmasını isterler. Özellikle pandemi sürecinin de etkisiyle tüm dünya da bireylerin öncelikleri de değişiklik göstermeye başlamıştır. İnsanların yaşam şekilleri değişiklik gösterdiği gibi eğitim sistemleri de köklü değişiklikler içermektedir (Alan, 2017).

Bilim ve teknolojiadaki ilerlemeye bağlı değişimler insanların temel ihtiyaç ve gereksinimlerini de değiştirmektedir. Bu nedenle bireylerin bu ihtiyaç ve gereksinimlerine cevap bulabilecekleri çözümlere ulaşmaları gerekmektedir. Bu ülkelerin eğitim-öğretim müfredatlarını bu gereklilikleri göz önünde tutarak güncellemelerine ve geliştirmelerine bağlıdır. Bunun yolu

eğitim-öğretim müfredatlarında öğrencilere bilgiyi vermek yerine bilgiye nasıl ulaşabileceklerinin anlatılması ve ulaştıkları bilgiyi ihtiyaçlarını karşılama doğrultusunda nasıl kullanacakları becerisini kazandırmaktan geçmektedir. 21.yüzyıl becerilerine göre öğrencilerin eğitimde aktif rol aldığı, dijital dünyaya uyum sağlayabilmeleri için çağın ihtiyaçlarına göre şekillendiği, gerekli birçok beceriler olarak tanımlamıştır (Belet Boyacı ve Güner Özer, 2019).

Bilim ve teknolojinin gelişmesi ile bilgiye ulaşmak ve bilginin paylaşımı da hızlanmış ve kolaylaşmıştır. Öğrenme ve yenilik becerilerindeki en önemli değişim öğrenilmek istenen ya da merak edilen herhangi bir konuda aynı anda binlerce kaynağa ve bilgiye ulaşıyor olabilmektir. Burada önemli olan ulaşılan bilgilerden hangisinin doğru olduğunu ayırt edip değerlendirebilme, ulaştığı bu bilgiyi yaşam gereksinimlerinde kullanabilmektir. Öğrencilerin merak ettikleri bir bilgiye sadece okulda değil de okul dışındaki ortamlarda ya da başka mecralarda ulaşabileceklerini bilmeleri onları daha bağımsız yapmaktadır. Bireylerin ulaştıkları bilgileri değerlendirip birbirleriyle paylaşmaları bilgi okuryazarlığının önemini ortaya çıkarmaktadır. Yaşam ve kariyer becerileri ise bulunduğu ortama uyum sağlayabilme, etkin şekilde çalışabilme, iş ortamındaki farklı görüş ve ayrılıkları olumlu karşılayabilme, çözüm üretebilme, girişimci ve yönetim becerisine sahip olabilme gibi özellikleri içermektedir (Kalemkuş, 2021).

## 1. SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRETİM

Sorgulama temelli öğretim (STÖ) tekniği, konuyu anlatmak için öğretmenlerin devamlı soru sordukları ve öğrencilerin bu soruların cevaplarına araştırarak ulaştıkları bir süreç olarak düşünülebilir (Perry ve Richardson, 2001; Duban, 2008). Bu yöntem öğrencilerin yaşadıkları olayları anlamak ve kavramak için sürekli sorgulama yaptıkları, çevrelerindeki olayları anlamak için elde ettikleri bilgi birikimlerini günlük yaşantılarında karşılaştıkları sorunların çözümüne uyguladıkları bir süreç olarak da algılanabilir. Sorgulamaya dayalı öğretimin geleneksel öğretime göre farkları ise sorgulayan, merak eden, elde ettiği bilgileri analiz eden bireylerin zihinlerinde bilgiyi anlamlandıran öğretim süreci olarak tanımlanmaktadır (Karamustafaoğlu ve Havuz, 2016). Brown'a (2017) göre, sorgulamaya dayalı uygulamalar bilgiye ulaşma, ulaşılan bilgiyi değerlendirme, çözüm yollarını tasarlama, çözüme ait

modelleri geliştirme ve kullanma olarak ifade edilmiştir. Ülkemizde uygulanan fen bilimleri dersi öğretim programında, öğrencinin öğrenme ortamı, araştırma ve sorgulama yöntemine göre oluşturulduğunda, öğrenci bilgiyi anlamlı ve kalıcı hale getirmesi beklenir (MEB, 2018; Gürbüz ve Sarioğlu, 2025). Sorgulama temelli öğretimin asıl amacı öğrencilere bilim insanları gibi araştırmada kullandıkları yöntemleri uygulayarak dünyayı keşfetmesini sağlamaktır. Her öğrenci kendi bilgisinden sorumlu olmakta, öğrenmeyi kendi gerçekleştirir, araştırma yolculuğunun öncüsüdür. Öğretmen bu süreçte öğrenciye rehber rolünü üstlenir. Bilgiyi aktarır, öğrenciye bilgiyi keşfetmesinde yönlendirici olur (Akdur ve Kurbanoglu, 2014). Sorgulama temelli öğretim, okul hayatındaki her kademede olan öğrenciler için akademik başarılarında olumlu katkı sağladığı gözlemlenmiştir (Memiş ve Akkaş, 2016).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, yapılandırmacı kuramı temel alarak ortaya çıkan, öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olma ve üst düzey düşünme becerileri geliştirmelerinde etkili olan bir öğrenme yaklaşımıdır (Minner, Levy ve Century, 2009). Sorgulama temelli öğretim yöntemi öğrencilerin derslere yönelik tutum ve düşüncelerine olumlu katkı sağlamakla beraber temel bilgi birikimlerine, eleştirel düşüncelerine, sorgulama becerilerine ve konuları daha iyi öğrenmelerine katkı sağlamaktadır (Gençtürk, 2004, Sözen, 2010; Sağlam, 2012). Aslında Sorgulama temelli öğretim yönteminde öğrencilere kazandırılmak istenen bilgi birikimi ve becerilerin temelinde 21. yüzyıl becerileri bulunmaktadır. Bu nedenle eğitim öğretim müfredatları öğrencilere 21. yüzyıl becerilerini kazandıracak şekilde yeniden düzenlenmektedir.

## 2. 21. YÜZYIL BECERİLERİ

21. yüzyıl becerileri, en kısa tanımla; bireylerin yeni yüzyılda meydana gelen değişmelere ayak uydurabilmeleri için bireylerde olması gereken beceriler olarak tanımlanmaktadır (Belet Boyacı ve Güner Özer, 2019). 2011 yılında hazırlanan “MEB 21. Yüzyıl Öğrenci Profili” isimli raporda 21. yüzyıl becerileri dört ana başlıkta toplanmıştır. Bunlar; ‘Düşünme yolları’, ‘Çalışma yolları’, ‘Çalışma araçları’ ve ‘Dünya vatandaşlığı’ olarak belirlenmiştir. Düşünme yolları içerisinde hayal gücü, yaratıcılık, yenilikçi düşünme, problem çözme, karar verme ve üst bilişsel becerileri yer almaktadır. Çalışma yollarında iletişim, Türkçe’yi doğru kullanma ve bir yabancı dili temel düzeyde kullanma ve takım çalışması becerileri yer alırken, çalışma araçları içerisinde bilgi

okuryazarlığı ve bilgi-iletişim-teknoloji okuryazarlığı yer almaktadır. Dünya vatandaşlığı ise yerel/evrensel vatandaşlık bilinci, yaşam/kariyer ile ilgili bilinç ve beceriler, kültürel farkındalık ve yeterlilikleri kapsayacak şekilde kişisel ve sosyal sorumluluk bilincini içermektedir (Başkale, 2016). Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu (International Society for Technology in Education-ISTE, 2007) tarafından 2016 yılında yayımlanan bir çalışmada öğrencilerin sahip olmaları gereken deneyimler; bilgiye ulaşma, yetkin öğrenme yaratıcı tasarım, bilişimsel düşünme, dijital vatandaşlık, yaratıcılık, iletişim ve global iş birliği becerileri olarak belirlenmiştir (Kalemkuş, 2021). 21. yüzyılda bilim ve teknolojinin hızla değişmesi ile insanların temel ihtiyaç ve gereksinimleri de aynı hızda değişmektedir. Bu durum insanların günlük yaşantılarında karşılaştıkları sorunların çözümüne ulaşmak için kullanacakları yöntemlerin de değişmesine yol açmaktadır. Bu nedenle ülkeler eğitim-öğretim müfredatlarını bu gereklilikleri göz önünde tutarak güncellemektedir. Bu değişimlerle eğitim-öğretim müfredatlarında öğrencilere bilgiyi vermek yerine bilgiye nasıl ulaşabilecekleri öğretilerek ulaştıkları bilgiyi ihtiyaçlarını karşılamak doğrultusunda nasıl kullanacakları becerisi kazandırılmaktadır. Öğrencilerin aktif olduğu bu yöntemde 21. yüzyıl becerilerini kazanabilmesi gerektiği ön plana çıkmaktadır. Bu becerilerinin kazandırılmasındaki en iyi yöntem eğitim müfredatlarını STEM etkinlikleri ile desteklemek olacaktır.

### 3. STEM EĞİTİMİ

İngilizce Science (Fen Bilimleri), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin baş harflerinden oluşan STEM (FeTeMM) kavramı disiplinlerarası çalışmayı amaçlamaktadır. Fen eğitimindeki sorgulama düşüncesi, teknolojiye yenilikçilik anlayışı, mühendislikteki bakış açısı ve matematikteki soyut düşünme yeteneğini kullanmayı amaçlayan STEM eğitimi ile sorgulama yeteneği gelişmiş bireylerin yetişmesi amaçlanmaktadır (Sanders, 2009). Fen ve matematikte öğrendiğimiz bilgilerin teknoloji ve mühendislik alanlarında pratiğe dökülmesi STEM eğitiminin önemini arttırmaktadır (Akgündüz vd., 2015). STEM eğitimi almış bireyler bu süreçte öğrendikleri bilgileri günlük yaşantılarında karşılaştıkları sorunların çözümünde ve kullanacakları araç gereçlerin çalışma prensiplerini anlamakta kullanabilecektir (Bybee, 2010). Böylece teknolojik yenilikleri yakından takip etmiş ve teknolojiyi yaygın bir şekilde kullanmış



olacaklardır. Bunun yanında STEM eğitimi almış bireyler bilgi birikimlerini arttırdıkları gibi bu bilgi birikimleri ve düşünce tarzları sayesinde ileride yapacakları mesleklerde de başarı sağlayacaklardır (Hacıömeroğlu ve Kılıç, 2016).

Gelişen dünyada stratejik ve ekonomik olarak güçlü kalabilmek hatta daha ileriye gidebilmek fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki gelişmeleri takip edebilmekten geçmektedir. Bu nedenle gelişmiş dünya ülkelerinin hemen hemen hepsinde amaç anaokulundan yükseköğretime kadar bütün öğrencilerin alacağı eğitimi STEM eğitimi ile desteklemek ve bunu eğitim-öğretim sürecinin tamamında yaygın bir şekilde kullanmayı başarabilmektir (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

Gelişmiş ülkeler bu amaç doğrultusunda eğitim müfredatlarını STEM eğitimi ile destekleyecek şekilde düzenlemelere gitmektedirler. Bu bağlamda ülkemizde de 2004 yılında eğitim programları yeniden düzenlenerek geleneksel eğitimden yenilikçi anlayışa geçilmiştir (Akınoğlu, 2005). 2017 yılından sonra ise eğitim programları STEM eğitimini içeren değişikliklerle desteklenmiştir (Çepni, 2017; MEB, 2018).

Okullarda STEM eğitiminin gerçekleşmesi için, okulların fiziki yapısının uygun ve yenilikçi eğitim yöntemlerinin uygulanıyor olması gerekmektedir. STEM eğitiminde okulların fiziki özelliklerinin yanı sıra öğrencilerinde bu alana ilgili olması önemli bir noktadır. Bu ilgiyi arttırmak için eğitimde öğretmenler öğrencilere merak duygularını aşılmalı, yeteneklerini keşfetmeyi sağlamalı ve onları desteklemelidirler. Öğretmenler, okul ortamında söze yönelik, ezberci bir öğrenme yerine derse aktif katılmayı, sorgulamayı, gözlem yapmayı araştırmaya yönlendirmeyi teşvik etmelidirler. Öğretmenin en önemli rolü öğrencilere STEM eğitiminde rehber olmaktır. Öğrencileri problemin belirlemesi, araştırması, çözümü, karar vermesi ürünü tasarlaması gibi STEM döngüsünün içine sokmalı ve bu döngünün devamlılığını sağlamalıdır (MEB, 2018).

#### **4. OKULÖNCESİ ÖĞRENCİLERİNDE STEM EĞİTİMİ**

Okulöncesinde STEM eğitiminin amacı çocukların bilişsel, duyuşsal, sosyal, duygusal, psikomotor ve dil gelişimlerini sağlayarak STEM'e karşı ilgi duyan, olumlu tutum geliştiren bireyler yetiştirmektir. Öğrencilerin sınıf başarı düzeyleri ile STEM eğitimi kullanma istekleri birbirini desteklemektedir

(Benek ve Akçay, 2018). Gelişmiş ülkelerde uzun süreli takip edilen çalışmalar sonucunda çocukluk dönemlerinde legolarla yapboz türü oyuncaklara ilgi duyan çocukların ileride meslek olarak teknoloji ve mühendislik alanlarını seçtikleri tespit edilmiştir (Çevik, 2018). Bu tespitten yola çıkarak birçok gelişmiş ülkede anasınıfında okuyan çocukların eğitimleri STEM etkinlikleri ile desteklenmiştir. Bu etkinliklerin çocukların ileriki dönemlerde eğitim başarısını arttırdığı gözlenmiştir (Çevik, 2018).

Eğitim alanında yapılan çalışmalar göstermektedir ki bireylerin beceri, alışkanlık ve öğrenme yetkinliklerinin yüzdesel olarak çok büyük bir kısmı 3-7 yaş arasına gelen çocukluk dönemine denk gelmektedir (Torres-Crospe, Kraatz ve Pallansch, 2014). Bu yaş aralığındaki çocukların etraflarında meydana gelen olayları anlamak için sordukları sorular hepimizin yaşadığı ve karşılaştığı bir durumdur. Bu yaş aralığındaki çocukların hayal güçleri inanılmaz derecede güçlü olmakla beraber beyinleri yenilikçi ve yaratıcı mühendisler gibi çalışmaktadır. Bu nedenle STEM eğitimlerine başlamak için anaokulu öncesi eğitim çok önemli ve çok uygundur. Çocuklara uygulanacak STEM etkinliklerinde çocukların bilgi düzeylerinden daha çok bu etkinlikleri gerçekleştirecek el becerisine sahip olmaları gerekmektedir. Bu yaş aralığındaki çocukların fen eğitimi temelindeki etkinlikleri yaptıktan sonra yaratıcı düşüncelerinin, bir işlemin basamaklarını anlama becerilerinin, kullandıkları araç gereçleri çözme yeteneklerinin, analitik düşüncelerinin ve sorgulama algılarının arttığı gözlenmiştir (Ünal, 2019). Çocukların bu etkinlikler ile öğrendiklerini günlük yaşantılarında karşılaştıkları sorunların ve olayların algılanmasında ve çözümünde kullanmaları, öğrenmiş olmalarından daha önemlidir. Yapılan çalışmalar bireylerin STEM etkinliklerinde öğrendiklerini yaşamları boyunca en çok çocukluk döneminde kullandıklarını göstermiştir (Balat ve Günşen, 2017). Bu nedenle STEM eğitimlerine okulöncesi öğretimden başlanması gerekmektedir. STEM eğitimi sarmal bir yapıya sahiptir. Okulöncesinden başlayan STEM eğitimi ilerideki dönemler için temel oluşturmakta ve ilerleyerek devam etmektedir. Okulöncesinde uygulanacak STEM eğitim programları 21. yy. becerilerini geliştiren nitelikte olmalıdır. Gelişmiş ülkelerin sahip olmak istediği yaratıcı ve yenilikçi bireyler ancak bu şekilde yetiştirilebilir.

21. yüzyılda çocukların bilimsel okuryazarlığını güçlendirmek, bilimsel süreç becerileri kazandırma amacıyla STEM eğitim okul öncesi öğrencilerine

uygulanması gerekmektedir. STEM eğitimiyle öğrencilere birçok alanda yetkinlikler kazandırılması amaçlanmıştır (Bowman, Donovan ve Bruns, 2000). Bu yetkinliklerden biri de bilimsel süreç becerileridir. Bilimsel süreç becerileri, çocuklarda öğrenmeyi kolaylaştırarak kalıcı hale getirdiği, araştırma, sorgulama, çözüme ulaşma ve öğrenmede aktif hale gelmesinde önemli bir etkidir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1996, s.31).

## 5. OKUL ÖNCESİNDE FEN EĞİTİMİ

Fen eğitimi, çocuğun karşılaştığı nesnelerin, olayların ve bunların ilişkilerini gözlemleyip, inceleyip, araştırması ve sonuçlara varması olarak tanımlanabilir. Okulöncesinde fen eğitimi, çocuklara merak duygularını geliştirerek, araştırma yapmasına fırsat tanıyan, çevrelerindeki olayları ve nesneleri gözlemleyerek farklılıkları ve nesneleri keşfetmesi için zemin hazırlayan ve çocuklar için günlük yaşamında gerekli olan sayısız becerileri kazandıran bir eğitim ve okulöncesi dönemde verilecek bu eğitim araştırmacı, sorgulayıcı ve yaratıcı düşünme yeteneği gelişmiş, mantıklı düşünen bireyler yetiştirmede temel basamaktır (MEB, 2016). Okulöncesinde fen eğitimi, çocukların keşfederek öğrenmelerini, problem çözme becerilerini geliştirmelerini, aynı zamanda psikomotor becerilerinin, bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar. Bu dönemdeki çocuklarda fen ile ilgili temel kavramları kazandırmak, fen bilimlerini günlük yaşamla ilişkilendirmek, ileriye yönelik alt yapı oluşturmak, çevreyi gözlemlemek, sorgulama becerilerini geliştirmek, okulöncesi öğrencilerinde fen eğitimi, sadece fen ile ilgili kavramların kazandırılması değil, temel kavram ve tutumları oluşturarak, çocuklara araştırma, sorgulama, sonuca varma becerileri kazandırmaktır (Brewer, 2001). Ayrıca öğrencilerin merak duygusunu, soru sorma, öğrenme ve keşfetme isteğini artırma, fen ve doğa etkinlikleri ile çocuklar çevreye ve doğaya karşı daha duyarlı olma ve sorumluluk duygularını arttırma da etkili olmalıdır. Fen eğitiminin okul öncesi dönemdeki önemi düşünüldüğünde okul öncesi öğretmenlerinin fenin doğasında yer alan kimya, biyoloji, fizik, çevre gibi alanlarda da bilgilerinin öğrencilere aktarabilecek düzeyde olması gerekmektedir (Kallery, 2004; Gürbüz ve Tehci, 2019). Okulöncesi dönemdeki fen eğitiminin çocukların öğrendikleri bilimsel kavram ve becerilerin diğer alanlarla ilişki kurabileceği şekilde verilmesi önerilmektedir (French, 2004; Patrick, Mantzicopoulos ve Samarapungavan, 2009).

## 6. OKUL ÖNCESİ ÖĞRENCİLERİNDE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ

Bir bireyin yaşadığı doğayı ve olayları anlama, inceleme, yorumlama, kavrama ve çözüm üretme süreci bilimsel süreç becerileri olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifade ile bilimsel süreç becerileri gündelik hayatta karşılaştığımız problemleri çözmemizi sağlayan düşünme becerileridir.

Bireyler yaşamın farkına vardığı günden itibaren etraflarında olan biteni gözlemeye, incelemeye, karşılaştırma yapmaya, sınıflandırmaya, ölçmeye ve iletişim kurmaya başlarlar. Bu durum çocukların öğrenme süreçlerinde de aktif olmalarına ve öğrendiklerini gündelik hayatlarında kullanmalarına yol açmaktadır (Duran ve Ünal, 2016). Birçok fen kavramı karmaşıktır ve bunun çocuklara nasıl aktarılması gerektiğiyle ilgili zorluklar yaşanmaktadır. Öğretmenlerin çocukların etkili öğrenmesini sağlayabilmesi için temel bilimsel kavramlara yer vermesi gerekmektedir. Bilimsel kavramları anlamak fen eğitimi programının önemli bir parçasıdır (National Research Council [NRC], 2012). Yapılan araştırmalar incelendiğinde bilimsel süreç becerileri; temel bilimsel süreç becerileri ve gelişmiş bilimsel süreç becerileri olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Temel bilimsel süreç becerileri, gelişmiş bilimsel süreç becerilerinin temelini oluşturduğu için bu iki süreç aslında beraber kullanılmaktadır. Temel süreç becerileri; ölçme, sınıflandırma, gözlem yapma, çıkarım, tahmin ve iletişim kurma olarak sınıflandırılırken gelişmiş bilimsel süreç becerileri; hipotez kurma, verileri kontrol etme ve yorumlama, deney yapma ve model tasarlama olarak sınıflandırılmıştır (Saracho ve Spodek, 2008).

## KAYNAKÇA

- Akdur, T. E., & Kurbanoglu, H. M. (2014). Scientix projesi: Sorgulamaya dayalı fen ve matematik eğitimi. <https://ab.org.tr/ab15/bildiri/129.pdf>  
*Erişim tarihi*, 27.09.2025
- Akgündüz, D., & Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde fen eğitimi temelinde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 32(1), 1-26.  
<https://www.researchgate.net/publication/327473916>  
*Erişim tarihi*, 20.09.2025.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., & Türk, Z. (2015). STEM eğitimi calistay raporu: Türkiye STEM eğitimi uzerine kapsamli bir değerlendirme. Istanbul, Turkey: Istanbul Aydın University STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Akinoğlu, O. (2005). Türkiye’de uygulanan ve değişen eğitim programlarının psikolojik temelleri. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, (22), 31-46.
- Alan, B. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi: STEM uygulamalarına hazırlama eğitimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.
- Alan, Ü. (2020). *Okul öncesi dönem çocuklarına yönelik geliştirilen STEM eğitimi programının etkililiğinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Balat, G. U., & Günşen, G. (2017). Okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(42), 337-348.
- Başkale, H. (2016) Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, DEUHFED 2016, 9(1), 23-28,  
<http://www.deuhyoedergi.org/>
- Belet Boyacı, Ş.D., & Güner Özer, M. (2019). Öğrenmenin geleceği: 21. yüzyıl becerileri perspektifiyle Türkçe dersi öğretim programları. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(2), 708-738.

- Benek, İ., & Akçay, B. (2018). Hayal dünyamda STEM! Öğrencilerin STEM alanında yaptıkları çizimlerin incelenmesi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat (J-STEAM), Eğitimi Dergisi*, 2(1), 79-107.
- Bowman, B., Donovan, S., & Bums, M. S. (2000). Eager to learn: Educating our preschoolers. *Washington, DC: National Academy Press*.
- Brewer, J.A. (2001). *Introduction to Early Childhood Education, Allyn&Bacon, U.S.A.*
- Brown, J. C. (2017). A metasynthesis of the complementarity of culturally responsive and inquiry-based science education in K-12 settings: Implications for advancing equitable science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(9), 1143- 1173.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1996). *Fizik Öğretimi*. Ankara: Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Deneme Basımı.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Duban, N. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: Bir eylem araştırması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Duran, M., & Ünal, M. (2016). The impacts of the tests on the scientific process skills of the pre-school children. *Us-China Education Review A*, 6(7), 403-411.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.

- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 138-149.
- Gençtürk, H. A. (2004). *Sorgulama yöntemiyle fen bilgisi dersi öğretiminin ilköğretim okullarında uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar, Türkiye.
- Gürbüz, F., & Sarioğlu, A. B. (2025). Secondary School Students' Opinions on Teaching the Structure of the Atom with Augmented Reality Application. *Journal of Education and Future*, (28), 44-55.
- Gürbüz, F., & Tehci, A. (2019). Okul öncesi eğitimin ilköğrencilerinin ilk okuma ve yazma başarısına etkisi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 6(1), 18-30.
- Hacıömeroğlu G., & Kılıç, A.S. (2016). Entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669.
- Harlen, W. (1996). *The teaching of science in primary schools* (2nd ed.). London: David Fulton Publishers Ltd.
- International Technology Education Association. (2007). Standards for technological literacy: Content for the study of technology (3rd ed.). Reston, VA: Author.
- Kalemkuş, J. (2021). Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 11(1), 63-87.
- Kallery, M. (2004). Early years teachers' late concerns and perceived needs in science: An exploratory study. *European Journal of Teacher Education*, 27(2), 147-165.
- Karamustafaoğlu, S., & Havuz, A. C. (2016). Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme ve etkililiği. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 3(1), 40-54.
- Memiş, E. K., & Akkaş, B. N. Ç. (2016). Okulöncesi eğitiminde araştırma-sorgulama temelli uygulama: Yoğunluk konusu örneği. *Online Science Education Journal*, 1(1), 17-29.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2016). STEM eğitimi raporu. Ankara: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Basım Evi.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2009). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474- 496.
- National Research Council [NRC] (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:https://doi.org/10.17226/13165.
- Patrick, H., Mantzicopoulos, P., & Samarapungavan, A. (2009). Motivation for learning science in kindergarten: Is there a gender gap and does integrated inquiry and literacy instruction make a difference. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 166- 191.
- Perry, V. R., & C. P. Richardson. (2001). The New Mexico Tech Master of Science Teaching Program: an exemplary model of inquiry-based learning. 31 st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Reno.
- Sağlam, S. (2012). *Lisans öğrencilerinin RNA teknolojileri konusundaki bilgi seviyeleri ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımıyla sunulan materyalin etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM ania. *The Technology Teacher*, 68(4),20–27.
- Saracho, O., & Spodek, B. (2008). *Contemporary Perspectives on Mathematics in Early Childhood Education*. Charlotte, NC: Information Age.
- Soslu, Ö. (2016). Fen Eğitiminde Bilimin Doğasını Anlama Üzerine Bir Değerlendirme. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 90-100.
- Sözen, K. (2010). *Sorgulayıcı öğrenme ve programlı öğretim yöntemlerine göre işlenen biyoloji laboratuvarı uygulamalarının karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Sakarya, Türkiye.
- Torres-Crospe, M. N., Kraatz, K. & Pallansch, L. (2014). From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom. *SRATE Journal*, 23(2), 8-16.



- Ünal, M. (2019). *4-6 yaş okul öncesi çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi Bolu İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Bolu, Türkiye.
- Yörükoğulları, E. (2013). Tarih öncesi çağlarda bilim ve teknoloji. E.Yörükoğulları ve E.İhsanoğlu (Eds) *Bilim ve Teknoloji Tarihi*. (2-27). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.

## BÖLÜM 5

### SOSYOBİLİMSEL KONULARIN ÖĞRETİMİNDE TEKNOLOJİ TABANLI YAKLAŞIMLAR

Prof. Dr. Ümit TURGUT<sup>1</sup>

Doç. Dr. Rıza SALAR<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17788080>

---

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye.  
uturgut@atauni.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2122-2812

<sup>2</sup> Atatürk Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Erzurum, Türkiye.  
rizasalar@atauni.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-6577-0821



## GİRİŞ

Sosyobilimsel konular, fen eğitiminde bilimsel bilgi ile toplumsal boyutların kesiştiği, genellikle tartışmalı ve kesin çözümü olmayan güncel sorunlar olarak tanımlanmaktadır (Kinskey & Callahan, 2021; Sadler, 2011). Bu konular, öğrencilerin yalnızca fen kavramlarını öğrenmelerini değil, aynı zamanda etik, politik ve sosyal açıdan düşünmelerini sağlayarak çok boyutlu bir öğrenme süreci sunar (Arifin vd., 2025). Sosyobilimsel konular iklim değişikliği, biyoteknoloji, enerji kullanımı ve halk sağlığı gibi günlük yaşamla doğrudan bağlantılı alanlarda ortaya çıkar ve öğrencilere bilimin toplumsal yansımalarını tartışma fırsatı verir (Viehmann vd., 2024). Bu yaklaşım, bilim okuryazarlığını geliştirmede önemli bir araç olup, öğrencilerin eleştirel düşünme, karar verme ve argümantasyon becerilerini destekler (Çalık & Wiyarsi, 2025). Ayrıca, sosyobilimsel konular fen-toplum ilişkisini güçlendirerek öğrencilerin bilimin doğası, toplumsal sorumluluk ve sürdürülebilirlik konularında daha bilinçli yurttaşlar olmalarına katkı sağlar (Kara, 2025; Sadler vd., 2016). Bu yönüyle sosyobilimsel konular, fen eğitiminin sadece bilgi aktarımıyla sınırlı kalmayıp değerler, etik yargılar ve vatandaşlık bilinciyle bütünleşmesini sağlayabilir.

Sosyobilimsel konular, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını geliştirmede güçlü bir araç olarak görülmektedir çünkü bu konular bilimin toplumsal bağlamda nasıl işlediğini kavrama fırsatı sunar. Sosyobilimsel konular, öğrencilerin bilimsel bilgiyi yalnızca soyut kavramlar olarak değil, günlük yaşamlarında karşılaştıkları sorunlarla ilişkilendirmelerine imkân tanır (Sadler vd., 2016). Bu yaklaşım, öğrencilerin karar verme süreçlerinde bilimsel verileri kullanmalarını, farklı bakış açılarını değerlendirmelerini ve kanıta dayalı argümanlar geliştirmelerini teşvik eder (Çalık & Wiyarsi, 2025). Böylelikle sosyobilimsel konular, bilimsel bilginin yaşamla bütünleşmesini sağlayarak bilimin doğasını, toplumsal sorumlulukları ve etik boyutları daha görünür kılar (Viehmann vd., 2024). Öğrenciler, örneğin iklim değişikliği ya da biyoteknoloji gibi güncel sorunlar üzerinden tartışma yürüttüklerinde, bilimi toplumsal, politik ve ekonomik bağlamlarla ilişkilendirme becerisi kazanırlar (Arifin vd., 2025). Ayrıca sosyobilimsel konular, öğrencilerin bilimsel sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirerek onların bilinçli vatandaşlar olmalarına katkı sağlar (Kinskey & Callahan, 2021). Bu bağlamda sosyobilimsel konular, fen eğitiminde yalnızca kavramsal öğrenmeyi değil,

aynı zamanda bilimin toplumla ilişkisini anlama ve bu bilgiyi yaşam kararlarına yansıtma becerisini güçlendirmektedir.

Sosyobilimsel konular, fen eğitiminde öğrencilerin eleştirel düşünme, argümantasyon ve bilinçli karar verme becerilerini geliştirmede önemli bir çerçeve sunmaktadır. Sosyobilimsel konular odaklı öğrenme ortamları, öğrencilerin farklı bakış açılarını dikkate alarak toplumsal ve bilimsel sorunları çok boyutlu biçimde değerlendirmelerine imkân tanır (Arifin vd., 2025). Öğrenciler bu süreçte, yalnızca bilimsel bilgiyi değil aynı zamanda etik, politik ve sosyal verileri de analiz ederek daha kapsamlı yargılara ulaşırlar (Viehmann vd., 2024). Sosyobilimsel konuların doğası gereği tartışmalı ve açık uçlu yapısı, öğrencilerin kanıt temelli argümanlar geliştirmelerini ve karşıt görüşleri gerekçelerle ele almalarını teşvik eder (Sadler vd., 2016). Bu yaklaşım, argümantasyon becerilerinin yanı sıra eleştirel düşünme alışkanlıklarını da güçlendirir (Kinskey & Callahan, 2021). Ayrıca, Sosyobilimsel konular öğrencilerin sınıf içi tartışmalarda aktif rol almalarını sağlayarak demokratik bir öğrenme kültürünün oluşmasına katkıda bulunur (Kara, 2025).

Sosyobilimsel konuların fen eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin motivasyonunu, ilgisini ve fen derslerine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir. Sosyobilimsel konular, öğrencilerin fen bilgisini günlük yaşamla ilişkilendirmesine imkân tanıyarak derslerin soyut bir bilgi aktarımı olmaktan çıkıp yaşamsal bir bağlamda anlam kazanmasını sağlar (Sadler vd., 2016). Bu yaklaşım, öğrencilerin fen derslerini daha ilgi çekici bulmalarına katkıda bulunur (Viehmann vd., 2024). Sosyobilimsel konular temelli öğretim, öğrencilere toplumsal sorunlara yönelik tartışmalara katılma fırsatı sunarak onların öğrenmeye yönelik istekliliğini artırır ve fen derslerini daha anlamlı hale getirir (Arifin vd., 2025). Öğrenciler, tartışmalı ve açık uçlu sorunları ele alırken yalnızca akademik başarıya odaklanmaz, aynı zamanda bilimin toplumsal rolünü kavrayarak öğrenmeye yönelik daha güçlü bir motivasyon geliştirir (Kara, 2025). Ayrıca sosyobilimsel konuların sunduğu tartışma ve karar verme süreçleri, öğrencilerin fen derslerine yönelik daha olumlu bir tutum geliştirmelerine katkıda bulunur (Kinskey & Callahan, 2021). Bu bağlamda sosyobilimsel konular, fen eğitimini öğrencilerin yaşamıyla ilişkilendiren, öğrenmeyi anlamlı kılan ve öğrenme isteğini besleyen pedagojik bir araçtır.

Sosyobilimsel konular, fen öğretmenleri için hem öğretim stratejilerini zenginleştiren hem de öğrencilerin derse katılımını teşvik eden pedagojik bir

araç olabilir. Sosyobilimsel konular odaklı öğretim, öğretmenlerin öğrencilere sadece fen içerik bilgisini aktarmakla kalmayıp, aynı zamanda eleştirel düşünme, argümantasyon ve değer temelli karar verme becerilerini kazandırmalarına olanak tanır (Macalalag vd., 2024). Bu yaklaşım, öğretmenlerin sınıf içinde daha tartışmacı, öğrenci merkezli ve iş birliğine dayalı yöntemler uygulamalarını teşvik eder (Viehmann vd., 2024). Araştırmalar, sosyobilimsel konular temelli uygulamaların öğretmenlerin bilimsel tartışmaları yönetme, farklı bakış açılarını sınıfa taşıma ve toplumsal sorunları ders içeriğiyle ilişkilendirme konusundaki pedagojik becerilerini geliştirdiğini göstermektedir (Kara, 2025). Ayrıca, sosyobilimsel konular öğretmenlerin bilimsel okuryazarlığı yalnızca kavramsal bilgiyle sınırlı tutmayıp toplumsal bağlamda ele almalarını sağlamakta, böylece öğretim hedeflerini daha geniş bir perspektife taşımaktadır (Sadler vd., 2016). Özellikle öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalar, sosyobilimsel konuların öz-yeterlik inançlarını artırarak onların fen öğretimine karşı daha özgüvenli yaklaşımlarına katkı sunduğunu ortaya koymaktadır (Kinskey & Callahan, 2021). Ayrıca sosyobilimsel konular öğretmenlerin sınıf içinde öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmelerine, demokratik bir öğrenme ortamı oluşturmalarına ve bilimsel bilginin toplumsal yönlerini görünür kılmalarına zemin hazırlamaktadır (Çalık & Wiyarsi, 2025). Dolayısıyla sosyobilimsel konular, fen öğretmenleri için yalnızca alternatif bir öğretim yaklaşımı değil, aynı zamanda pedagojik yetkinliklerini derinleştiren bir araçtır.

## 1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Sosyobilimsel konular, fenle ilişkili sosyal ikilemleri ifade eder ve hem bilimsel kavramlara hem de toplumsal, etik ve politik boyutlara dayalıdır. Bu konular genellikle belirsiz, açık uçlu ve çoklu bakış açılarına açık oldukları için tek bir doğru cevabı olmayan karmaşık problemler olarak tanımlanır (Sadler, 2004). Sosyobilimsel konuların temel özellikleri arasında güncel ve toplumsal açıdan önem taşıyan meseleler olmaları, tartışmalara zemin hazırlamaları ve öğrencileri bilimsel bilginin yanı sıra değerler ve inançlarla da ilişkilendirmeleri yer alır (Sadler & Zeidler, 2004). Bu konular aynı zamanda öğrencilere eleştirel düşünme, argümantasyon ve karar verme becerileri geliştirme fırsatı sunar ve bireylerin bilimsel bilgiyi günlük yaşam bağlamında kullanmalarını teşvik eder (Zeidler vd., 2005). Sosyobilimsel konuların en

belirgin yönlerinden biri, bilim ve toplum arasındaki ayrılmaz ilişkiyi görünür kılmasıdır; bilimsel ilerlemelerin toplumsal normları şekillendirmesi ve toplumsal ihtiyaçların bilimsel araştırma gündemlerini belirlemesi bunun önemli göstergelerindendir (Sadler & Zeidler, 2005). Bu nedenle sosyobilimsel konular, fen eğitiminin yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmamasını, aynı zamanda öğrencilerin etik, sosyal ve çevresel boyutlarda sorumlu vatandaşlar olarak yetişmelerini hedeflemesini sağlar.

Sosyobilimsel konuların fen eğitimindeki yeri, öğrencilerin bilimsel bilgiyi günlük yaşam ve toplumsal sorunlarla ilişkilendirmelerine sunduğu olanaklarla açıklanabilir. Sosyobilimsel konular, çevre, sağlık, enerji ve genetik gibi toplumsal yaşamı doğrudan etkileyen güncel meseleleri sınıf ortamına taşıyarak fen derslerinin öğrenciler için daha ilgi çekici olmasına katkı sağlar. Araştırmalar, sosyobilimsel konular temelli öğretimin öğrencilerin bilimsel içerik öğrenimini desteklediğini ve soyut bilgilerin somut yaşam bağlamlarında anlamlandırılmasını kolaylaştırdığını göstermektedir (Klosterman & Sadler, 2010; Sadler vd., 2016). Bunun yanında, sosyobilimsel konular öğrencilere eleştirel düşünme, karar verme ve çoklu bakış açılarını değerlendirme becerisi kazandırarak fen okuryazarlığını güçlendirir (Zeidler vd., 2005; Sadler, 2004). Ayrıca, öğrencilerin etik ve ahlaki boyutları tartışarak bilimi yalnızca bilgi aktaran bir alan olarak değil, toplumsal sorumluluk gerektiren bir süreç olarak kavramalarına yardımcı olur (Sadler & Zeidler, 2003; Zeidler vd., 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalar, sosyobilimsel konuları fen öğretiminde sosyal adalet ve sürdürülebilirlik gibi küresel hedeflerle ilişkilendirilerek öğrencilere aktif vatandaşlık becerileri kazandırdığını da ortaya koymuştur (Macalalag vd., 2024; Viehmann vd., 2024). Böylece, sosyobilimsel konular temelli fen eğitimi öğrencilerin bilimsel içerikle toplumsal yaşam arasındaki köprüleri kurmasını sağlayarak fen derslerini hem bireysel hem de toplumsal açıdan daha işlevsel hale getirebilir.

Sosyobilimsel konuların fen eğitiminde kullanımı, öğrenme teorileri açısından güçlü bir kuramsal temele sahiptir. Öncelikle, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin bilgiyi pasif biçimde almak yerine anlamlı deneyimler yoluyla inşa ettiklerini savunur ve sosyobilimsel konular destekli öğretim, öğrencilerin bilimsel bilgiyi toplumsal bağlamlarla ilişkilendirerek yapılandırmalarına olanak tanır (Sadler, 2004; Zeidler vd., 2005). Deneyimsel öğrenme kuramı bağlamında ise, öğrenciler gerçek yaşamdan alınan otantik

problemlere aktif katılım göstererek hem bilimsel kavramları hem de etik ve sosyal boyutları deneyimleme fırsatı bulurlar (Kolstø, 2006; Levinson, 2006). Bu süreç, Dewey'in deneyim ve yansıtıcı düşünceye dayalı eğitim anlayışıyla örtüşür; öğrenciler farklı bakış açılarını tartışırken bilimsel bilgiyi yeniden üretirler (Zeidler vd., 2005). Ayrıca sosyobilimsel konular, Vygotsky'nin sosyal yapılandırmacılığını destekleyerek, öğrencilerin akranlarıyla etkileşim içinde argümantasyon geliştirmelerine ve üst düzey bilişsel beceriler kazanmalarına katkıda bulunur (Evagorou & Osborne, 2013). Öğrencilerin informal akıl yürütmeleri ve karar verme süreçleri, Piaget'nin bilişsel gelişim basamaklarında öne çıkan bilişsel çatışma mekanizmasını harekete geçirir (Sadler & Zeidler, 2003). Aynı zamanda, sosyobilimsel konuların çok boyutlu ve tartışmaya açık doğası, Kolb'un döngüsel deneyimsel öğrenme modelinde öne çıkan “somut deneyim–yansıtıcı gözlem–soyut kavramsallaştırma–aktif deneme” aşamalarının tamamı ile uyumludur (Zeidler vd., 2005). Bu bağlamda, sosyobilimsel konular yalnızca bilimsel içerik bilgisini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin epistemolojik inançlarını, etik muhakeme becerilerini ve toplumsal sorumluluklarını geliştiren bir öğrenme ortamı sağlar (Sadler vd., 2016; Zeidler vd., 2009). Dolayısıyla sosyobilimsel konular, çağdaş öğrenme teorilerinin öngördüğü aktif, sosyal ve deneyim temelli öğrenme ilkelerini somut olarak fen öğretimine taşıyabilir.

Sosyobilimsel konuların fen eğitiminde kullanılmasının en önemli katkılarından biri, öğrencilerin öğrendikleri bilimsel bilgiyi gerçek yaşam problemlerinde kullanabilme becerilerini geliştirmesidir. Sosyobilimsel konular, toplumsal boyutları olan güncel ve tartışmalı sorunları merkeze alarak öğrencilerin yalnızca teorik bilgiyi hatırlamalarını değil, aynı zamanda bu bilgiyi günlük yaşamda karşılaştıkları karmaşık durumlara aktarmalarını sağlar (Sadler vd., 2016). Örneğin çevre sorunları, genetik mühendisliği ya da enerji kaynaklarının kullanımı gibi konular, öğrencilerin fen bilgisini yalnızca sınıf ortamında değil, toplum yaşamında karar verme süreçlerinde de uygulamalarına imkân tanır (Tidemand & Nielsen, 2017). Bu süreçte öğrenciler, bilimsel kavramları sosyal, etik ve politik boyutlarla birlikte değerlendirerek bütüncül bir problem çözme yaklaşımı geliştirirler (Zeidler vd., 2005). Ayrıca, sosyobilimsel konular temelli öğretim öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyini artırarak onların bilinçli vatandaşlar olarak toplumsal tartışmalara katılmalarını destekler (Sadler, 2004). Argümantasyon, kanıta



dayalı akıl yürütme ve farklı bakış açılarını analiz etme gibi etkinlikler, öğrencilerin bilgiyi işlevsel hale getirerek kullanmalarına olanak tanır (Evagorou & Osborne, 2013). Bu yaklaşım, aynı zamanda öğrencilerin fen bilgilerini sınav başarısı için ezberlenen içerikler olmaktan çıkarıp yaşamla bütünleşen anlamlı deneyimlere dönüştürür (Klosterman & Sadler, 2010). Dolayısıyla sosyobilimsel konular temelli öğretim, fen bilgisini soyut bir disiplin olmaktan çıkararak öğrencilerin yaşamlarında karşılaştıkları problemlere çözüm üretmelerini destekleyen bir araçtır.

Sosyobilimsel konuların fen eğitiminde kullanılmasının en güçlü yönlerinden biri, öğrencilere kanıta dayalı tartışma ve argümantasyon becerileri kazandırmasıdır. Sosyobilimsel konular, doğası gereği belirsiz ve tartışmalı problemler içerdiğinden öğrencilerin farklı bakış açılarını değerlendirerek iddialarını bilimsel kanıtlarla temellendirmelerini gerektirir (Sadler, 2004). Bu süreçte öğrenciler yalnızca bilgi aktarmakla kalmaz, aynı zamanda karşıt görüşleri analiz ederek gerekçeli karşı argümanlar üretirler (Evagorou & Osborne, 2013). Araştırmalar, sosyobilimsel konular bağlamında yürütülen argümantasyonun, öğrencilerin bilimsel verileri seçme, değerlendirme ve yapılandırma becerilerini güçlendirdiğini göstermektedir (Christenson vd., 2016). Ayrıca, öğrenciler tartışma sırasında hem akranlarıyla işbirliği yaparak hem de farklı sosyal ve etik perspektifleri göz önünde bulundurarak eleştirel düşünme yetilerini geliştirirler (Zeidler vd., 2005). Bu yaklaşım, Toulmin'in argümantasyon modeli gibi yapılarla örtüşerek iddia, kanıt ve gerekçelerin düzenli bir şekilde kullanılmasını teşvik eder (Sadler & Zeidler, 2003). Sosyobilimsel konuların sunduğu otantik bağlamlar sayesinde öğrenciler, sınıf içinde yürüttükleri tartışmaları günlük yaşamla ilişkilendirerek bilimin toplumsal işlevini daha iyi kavrarlar (Zeidler vd., 2009). Dolayısıyla sosyobilimsel konular, fen eğitiminde yalnızca içerik aktarmakla kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin demokratik vatandaşlık ve bilinçli karar verme süreçlerinde ihtiyaç duydukları kanıta dayalı argümantasyon becerilerini de geliştirmektedir.

Sosyobilimsel konuların fen eğitiminde kullanımı, problem temelli öğrenme yaklaşımıyla güçlü bir uyum içindedir. Problem temelli öğrenme, öğrencilerin karmaşık ve açık uçlu problemleri çözmek için işbirlikçi öğrenme süreçlerine katılmasını öngörür ve sosyobilimsel konular, toplumsal yönü ağır basan otantik fen sorunlarını sınıfa taşıyarak bu yaklaşımı destekler (Levinson,

2006). Sosyobilimsel konular temelli öğretim, öğrencilerin yalnızca bilimsel bilgiyi öğrenmesini değil, aynı zamanda bu bilgiyi sosyal, etik ve politik bağlamlarla ilişkilendirerek problem çözme sürecinde etkin biçimde kullanmalarını sağlar (Sadler & Zeidler, 2003). Bu sayede öğrenciler, gerçek yaşam senaryoları üzerinden çok boyutlu karar verme becerisi kazanırken bilimsel okuryazarlıkları da gelişir (Zeidler vd., 2005). Ayrıca, sosyobilimsel konular bağlamındaki tartışmalar, problem temelli öğrenme merkezinde yer alan sorgulama, araştırma yapma ve kanıta dayalı akıl yürütme becerilerini güçlendirir (Christenson vd., 2016). Öğrenciler, sağlık, çevre ya da genetik mühendisliği gibi güncel konular üzerinden yürüttükleri çalışmalarla hem bilimi günlük yaşamlarına entegre eder hem de toplumsal sorumluluk bilinci kazanırlar (Tidemand & Nielsen, 2017). Bu durum, fen derslerini teorik içerik aktarımından çıkarıp, yaşamın içinden gelen gerçekçi problem senaryolarına dayalı dinamik öğrenme ortamlarına dönüştürür (Sadler, 2004). Böylece, Sosyobilimsel konuların ve problem temelli öğrenmenin entegrasyonu, öğrencilerin bilimsel bilgi, eleştirel düşünme ve toplumsal farkındalık becerilerini bütünleştiren bir fen öğretim modeli sunmaktadır.

Sosyobilimsel konuların fen eğitiminde kullanımı, öğrencilerin yansıtıcı düşünme ve bilişsel gelişim becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Sosyobilimsel konular doğası gereği açık uçlu, çok boyutlu ve etik boyutları olan problemler sunduğundan, öğrencilerden yalnızca bilimsel içerik bilgisi kullanmaları değil, aynı zamanda farklı bakış açılarını değerlendirerek kendi düşüncelerini gözden geçirmeleri beklenir (Sadler & Zeidler, 2003). Bu süreç, öğrencilerin epistemolojik inançlarını sorgulamalarına, kanıt ve argümanları eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmelerine ve daha üst düzey bilişsel yapılara ulaşmalarına katkı sağlar (Zeidler vd., 2005). Araştırmalar, sosyobilimsel konular temelli öğretimin öğrencilerin bilişsel gelişimini destekleyen yansıtıcı yargılara yönelttiğini ve onların bilgiyi daha esnek, eleştirel ve bağlamsal bir biçimde kullanmalarını teşvik ettiğini göstermektedir (Zeidler vd., 2009). Öğrenciler, farklı sosyal ve etik argümanlarla karşılaştıklarında kendi düşüncelerini yeniden yapılandırarak, karar verme sürecinde daha karmaşık akıl yürütme biçimleri geliştirirler (Sadler, 2004). Bu durum, bilişsel gelişim kuramlarının öngördüğü şekilde, öğrencilerin otoriteye dayalı doğrulardan çoklu bakış açılarını bütünleştiren yansıtıcı bir düşünme düzeyine geçişini destekler

(Zeidler vd., 2009). Ayrıca, sosyobilimsel konuların sunduğu gerçek yaşam senaryoları öğrencilerin üst düzey bilişsel süreçleri harekete geçirerek, fen bilgisini yalnızca öğrenilen içerik olarak değil, yeniden yapılandırılan düşünce biçimleri aracılığıyla kullanmalarını sağlar (Zeidler vd., 2005). Dolayısıyla, sosyobilimsel konular temelli öğrenme ortamları öğrencilerin hem bilişsel hem de metabilimsel gelişimlerini destekleyen bir araç olarak öne çıkmaktadır.

## 2. SOSYOBİLİMSEL KONULARIN ÖĞRETİMİNDE TEKNOLOJİ TABANLI YAKLAŞIMLAR

Dijital argümantasyon platformları, fen eğitiminde kanıt temelli tartışmayı görünür kılan, süreç verilerini anlık toplayıp görselleştirerek hem öğrencilere özdüzenleme desteği veren hem de öğretmenlerin tartışmayı biçimlendirici biçimde izlemesini kolaylaştıran öğrenme ekosistemleridir (Han vd., 2021). Sosyobilimsel konular bağlamında bu platformlar, öğrencilerin sosyokültürel boyutları olan gerçek sorunları tartışırken delil, gerekçe, karşı iddia ve çürütme gibi bileşenleri eşzamanlı yönetmesini; öğretmenlerin ise tartışmanın diyalojik akışına zamanında dönüt vermesini mümkün kılar (Sardağ & Çakmakçı, 2025). Çevrim içi platformlar, özellikle “kanıt”, “alternatif görüş” ve “karşıt argüman” gibi kritik alt becerilerde anlamlı gelişmeler sağlayarak sosyobilimsel konu tartışmalarının niteliğini yükseltir (Ucar-Longford vd., 2024). Üstelik öğrencinin gereksinimine göre ihtiyaç duyduğu desteği seçebilmesi, dijital ortamda özerklik ve üstbilişsel izleme-değerlendirme becerilerini güçlendirir (Ucar-Longford vd., 2024). Öğrenme analitikli panolar, yüz yüze ya da çevrim içi ortak tartışmada katılım örüntülerini izleyip uygun zamanda geribildirim sunarak argümantasyon kalitesini artırır (Han vd., 2021). Yapay zekâ destekli otomatik geribildirim ve “dijital dürtme” yaklaşımları da öğrencileri daha ikna edici metinler üretmeye yönlendirerek sosyobilimsel konu temelli yazma-tartışma görevlerinde kalıcılık ve kalite sağlar (Wambsgans vd., 2022). Dijital ortamların sağladığı bu bilişsel ve pedagojik olanaklar, sosyobilimsel konuların gerektirdiği çok disiplinli muhakemeyi besler; öğrencilerin kanıtlarını değerlendirir, etik ve politika boyutlarıyla uzlaştırılmış kararlar üretmesine zemin hazırlar (Gao vd., 2024). Ayrıca XR gibi zenginleştirilmiş teknolojiler, iklim değişimi gibi sosyobilimsel konularda yer-durum bağlamını “zengin” ve anlamlı kılarak perspektif alma ve katılımı artırır; bu da dijital argümantasyonu daha somut deneyimlerle bütünleştirir (Newton

& Annetta, 2024). Bu nedenle, dijital argümantasyon platformları sosyobilimsel konular temelli fen öğretimini hem özgünlük hem de kapsayıcı katılım açısından güçlendirerek öğrenme çıktılarında iyileşmeler sağlar (Han vd., 2021; Ucar-Longford vd., 2024).

Çevrimiçi tartışma ortamları ve dijital platformlar, fen eğitiminde öğrencilerin iş birliğini teşvik eden, çoklu bakış açılarını ortaya çıkaran ve argümantatif öğrenmeyi destekleyen önemli pedagojik araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu ortamlar, öğrencilerin farklı görüşleri güvenli bir biçimde ifade edebilmelerine ve tartışma sürecinde birbirlerinin argümanlarını eleştirel olarak değerlendirmelerine imkân tanır (Gao vd., 2024). Ayrıca, çevrimiçi tartışma platformları, öğrencilere akranlarıyla etkileşim içinde kanıt temelli iddialar geliştirme ve bu iddiaları gerekçelendirme fırsatı sunarak işbirlikçi öğrenmeyi destekler (Ucar-Longford vd., 2024). Öğrencilerin farklı disiplinlerden ve kültürel arka planlardan gelen perspektifleri tartışma sürecine dahil edebilmesi, çoklu bakış açılarının öğrenme sürecinde bütünleşmesini sağlar (Han vd., 2021). Böylelikle, argümantasyon yalnızca bireysel bir muhakeme etkinliği olmaktan çıkıp kolektif bir öğrenme sürecine dönüşür (Sardağ & Çakmakçı, 2025). Dijital platformların sunduğu etkileşimli araçlar ve görsel destekler, öğrencilerin argümanlarını daha açık biçimde yapılandırmalarına ve karşıt görüşleri sistematik şekilde değerlendirmelerine yardımcı olur (Newton & Annetta, 2024). Ayrıca, otomatik geribildirim mekanizmaları, öğrencilerin tartışma sürecindeki eksikliklerini fark ederek daha güçlü argümanlar geliştirmelerini teşvik eder (Wambsganss vd., 2022). Böylece çevrimiçi tartışma ortamları ve dijital platformlar, iş birliği, çoklu perspektif ve argümantatif öğrenmeyi bütünleştirerek fen eğitiminin hem bilişsel hem de sosyal boyutlarını zenginleştirmektedir.

Dijital argümantasyon platformları, sosyobilimsel konu bağlamında öğrenci argümanlarının kalitesini değerlendirmede, literatürde tanımlanan kuramsal göstergeleri (iddia–kanıt–gerekçe, karşı-iddia ve çürütme; tutarlılık ve çoklu bakış açıları) ölçülebilir ve izlenebilir ölçütlere dönüştürebilir (Zeidler vd., 2005; Sadler, 2004). Öğrenme analitiği bileşenleri, çevrimiçi tartışmalardaki süreç verilerini (katılım yoğunluğu, kanıt atıfları, karşıt görüşle etkileşim, yansıtmaya dönük söylem hareketleri) toplayıp dayanaklılık, bütünlük ve perspektif çeşitliliği gibi kalite boyutlarıyla eşleştirir (Kolstø, 2006; Sadler, 2004). Doğal dil işleme (NLP) tabanlı otomatik puanlama

yaklaşımları ise metin içindeki iddia–kanıt bağlantılarını, gerekçelerin açık/örtük oluşunu ve karşı argümana verilen yanıtların gücünü ayrıştırarak rubrik puanlarını türetebilir; böylece Toulminvari yapıların görünür kılınmasını sağlar (Evagorou & Osborne, 2013; Zeidler vd., 2005). Sosyobilimsel konuların etik boyutu dikkate alındığında, NLP sınıflayıcıları karar gerekçelerinde değer temelli akıl yürütme ile salt olgusal savları ayrıştırarak “informal” akıl yürütmenin niteliğine ilişkin ipuçları sunabilir (Sadler, 2004; Sadler & Zeidler, 2003). Yansıtıcı yargı gelişimiyle ilişkili göstergeler (belirsizlikle baş etme, kanıtı ölçütlere göre tartma, uzman görüşünü yorumlama) analitik panolarda boylamsal olarak izlenip öğretmene biçimlendirici geri bildirim için sunulabilir (Zeidler vd., 2009). Bu tür veri temelli geri bildirim, sosyobilimsel konu argümantasyonunda değerlendirme güçlüklerini ve ölçütler arası odak farklılıklarını rapor eden çalışmaların işaret ettiği ihtiyaçla uyumludur (Christenson vd., 2016). Nitekim öğretmenlerin sosyobilimsel konu çalışmalarını çoğu kez “özel etkinlik” olarak yürütmesi ve argüman kullanımı gibi alt bileşenlerde zorlanmaları, analitik destekli otomatik puanlama ve izleme araçlarının önemini artırmaktadır (Ekborg vd., 2013). Bu itibarla, öğrenme analitiği, otomatik puanlama ve NLP’nin bütünleşik kullanımı; süreç ve ürün verilerini birleştirerek argüman kalitesini güvenilir, şeffaf ve eyleme dönük biçimde değerlendirmeyi sağlayabilir (Zeidler vd., 2009).

Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları, fen eğitiminde öğrencilere soyut kavramları somut deneyimlerle ilişkilendirme imkânı sağlayarak öğrenme süreçlerini derinleştiren yenilikçi araçlar olarak öne çıkmaktadır. VR/AR tabanlı öğrenme ortamları, öğrencilerin karmaşık fen olgularını çok duyulu deneyimlerle keşfetmelerine ve kavramsal anlamalarını güçlendirmelerine katkı sunar (Huang vd., 2020). Özellikle sosyobilimsel konu bağlamında bu teknolojiler, öğrencilerin çevre, iklim değişikliği veya sürdürülebilirlik gibi toplumsal yönü güçlü meseleleri “yerinde deneyim” ediyormuş gibi yaşamalarını mümkün kılabilir (Newton & Annetta, 2024). Böylelikle öğrenciler, yalnızca bilimsel verileri gözlemlemekle kalmaz, aynı zamanda bu verileri etik, sosyal ve politik boyutlarla bütünleştirerek çok boyutlu muhakeme becerileri geliştirirler (Makransky & Mayer, 2022). AR uygulamaları, tartışmalı fen konularında öğrencilerin farklı bakış açılarını görselleştirmelerine ve toplumsal bağlamı daha iyi kavramalarına aracılık

ederek sosyobilimsel konu temelli tartışmaların niteliğini yükseltir (Sırakaya & Alsancak Sırakaya, 2020). VR tabanlı simülasyonlar ise öğrencilerin karar verme süreçlerinde daha gerçekçi ve duygusal açıdan anlamlı deneyimler yaşamalarını sağlayarak fen okuryazarlığını ve bilinçli vatandaşlık becerilerini pekiştirebilir (Fidan & Tuncel, 2019). Ayrıca, AR/VR teknolojilerinin sunduğu etkileşimli senaryolar, öğrencilerin iş birliği ve problem çözme becerilerini geliştiren sosyal öğrenme ortamları sağlayabilir (Radianti vd., 2020). Böylece, VR/AR uygulamaları sosyobilimsel konu bağlamında fen eğitime yalnızca kavramsal değil, aynı zamanda etik, sosyal ve kültürel boyutları içeren bütüncül bir öğrenme deneyimi kazandırabilir.

Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri, fen eğitiminde iklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve çevre sorunları gibi sosyobilimsel konuların öğretiminde öğrencilerin deneyimsel katılımını artıran araçlar olarak kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, öğrencilerin soyut çevresel süreçleri ve iklimsel değişimleri üç boyutlu ve etkileşimli biçimde gözlemlemelerine olanak tanıyarak, konuları yalnızca teorik bilgi düzeyinde değil, duygusal ve bilişsel bağlamda da anlamlandırmalarını sağlar (Newton & Annetta, 2024). VR tabanlı iklim değişikliği senaryoları, öğrencilerin olası geleceklere ilişkin farkındalık geliştirmelerine ve sürdürülebilir davranışlara yönelik bilinç kazanmalarına katkı sunabilir (Makransky & Mayer, 2022). AR uygulamaları ise çevre sorunlarını günlük yaşam bağlamında görselleştirerek öğrencilerin toplumsal sorumluluklarını ve aktif vatandaşlık rollerini daha somut bir şekilde kavramalarına yardımcı olabilir (Fidan & Tuncel, 2019). Ayrıca, bu teknolojiler öğrencilere çoklu bakış açılarını deneyimleme fırsatı sunarak, iklim ve çevre sorunlarına yönelik argümantatif tartışmaların niteliğini güçlendirir (Sırakaya & Alsancak Sırakaya, 2020). VR/AR uygulamalarının sunduğu deneyimler, sosyobilimsel konuların doğasında var olan sosyal, etik ve bilimsel boyutları bütünleştirerek öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirebilir (Radianti vd., 2020). Bu yönüyle, VR/AR teknolojileri çevre ve sürdürülebilirlik konularını yalnızca bilgi aktarımına indirgemeyip, öğrencilerin değer temelli kararlar almalarını teşvik eden etkileşimli öğrenme ortamları sağlayabilir.

Biyoteknoloji, enerji üretimi veya nükleer enerji gibi tartışmalı sosyobilimsel konuların fen eğitiminde VR/AR simülasyonları aracılığıyla işlenmesi, öğrencilerin hem bilimsel hem de etik boyutları bütüncül olarak

değerlendirmelerine imkân oluşturabilir. Bu tür simülasyonlar, öğrencilerin karmaşık teknolojik süreçleri deneyimsel olarak gözlemlemelerini sağlayarak soyut kavramları somut bağlamlarda öğrenmelerine katkıda bulunur (Makransky & Mayer, 2022). Örneğin, bir VR nükleer santral simülasyonu öğrencilerin enerji üretim süreçlerini adım adım keşfetmelerine ve olası riskleri analiz etmelerine olanak tanırken, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve güvenlik gibi etik boyutları tartışmaya açabilir (Newton & Annetta, 2024). Benzer şekilde, AR destekli biyoteknoloji uygulamaları öğrencilerin genetik mühendisliği ya da biyoyakıt üretimi gibi konularda çoklu bakış açılarını değerlendirmelerine ve toplumsal sonuçlar üzerine düşünmelerine yardımcı olabilir (Fidan & Tuncel, 2019). Bu etkileşimli deneyimler, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda değer temelli kararlar geliştirmelerini ve bu kararları bilimsel verilerle gerekçelendirmelerini teşvik edebilir (Sırakaya & Alsancak Sırakaya, 2020). Ayrıca VR/AR teknolojileri, öğrencilerin karşıt argümanları simüle edilmiş senaryolarda deneyimlemelerine imkân tanıyarak eleştirel düşünme ve etik muhakeme becerilerini geliştirebilir (Radianti vd., 2020). Böylece, tartışmalı sosyobilimsel konuların VR/AR aracılığıyla işlenmesi, fen eğitiminin hem kavramsal öğrenmeyi hem de etik ve bilimsel karar verme becerilerini güçlendiren bütüncül bir deneyim sunmasını sağlayabilir.

Öğrenme analitiği ve yapay zekâ, fen eğitiminde öğrencilerin tartışma örüntülerini ve karar verme süreçlerini görünür kılarak öğretim sürecinin niteliğini artıran araçlar sunmaktadır. Öğrenme analitiği, öğrencilerin çevrimiçi veya yüz yüze tartışmalarda sergiledikleri söylem hareketlerini, kanıt kullanımlarını ve karşıt argüman geliştirme düzeylerini gerçek zamanlı olarak izleyip öğretmenlere geri bildirim sağlayabilir (Han vd., 2021). Yapay zekâ tabanlı doğal dil işleme teknikleri, öğrenci söylemlerinde iddia, kanıt ve gerekçe gibi argümantatif bileşenleri otomatik olarak tanımlayarak tartışmaların derinlik ve kalitesini değerlendirebilmektedir (Wilson vd., 2023). Bu yaklaşım, öğrencilerin informal akıl yürütme biçimlerini sistematik olarak analiz etmeyi ve sosyobilimsel konu bağlamında karar verme süreçlerinde hangi bilişsel stratejileri kullandıklarını ortaya çıkarmayı mümkün kılabilir. Ayrıca, otomatik puanlama sistemleri öğrencilerin yansıtıcı düşünme düzeylerini ve etik muhakeme süreçlerini nesnel göstergelerle ölçerek öğrenme çıktılarına dair güvenilir veriler sunar (Zeidler vd., 2009). Öğrenme analitiği

destekli yapay zekâ uygulamaları, çoklu bakış açılarının tartışmalara ne ölçüde yansıdığını da analiz ederek öğrencilerin demokratik karar verme becerilerini güçlendirmeye yönelik ipuçları üretir (Gao vd., 2024). Bu veriler öğretmenler için yalnızca değerlendirme aracı değil, aynı zamanda öğretim tasarımı iyileştirme yapılabilecek alanları belirlemede yol gösterici bir işlev görür (Sardağ & Çakmakcı, 2025). Böylece, öğrenme analitiği ve yapay zekânın bütünleşik kullanımı, fen eğitiminde öğrencilerin tartışma örüntülerini ve karar verme süreçlerini hem mikro hem de makro düzeyde analiz ederek öğrenme ortamlarını daha şeffaf, etkileşimli ve öğrenci merkezli hale getirebilir.

### 3. FEN EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ TABANLI SOSYOBİLİMSSEL KONULAR

Fen eğitiminde teknoloji tabanlı sosyobilimsel konu uygulamaları, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını geliştirmede, eleştirel düşünme ve karar verme becerilerini desteklemede önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür uygulamalar, karmaşık ve tartışmalı toplumsal sorunları teknolojik araçlar aracılığıyla sınıf ortamına taşıyarak öğrencilere hem bilimsel bilgiyi hem de etik, kültürel ve sosyal boyutları birlikte değerlendirme imkânı sunar (Chowdhury, 2016; Högstöm vd., 2024). Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zekâ destekli ortamlar, soyut kavramların görselleştirilmesini kolaylaştırmakta, öğrencilerin katılımını artırmakta ve öğrenme deneyimlerini daha etkileşimli hâle getirmektedir (Jiang vd., 2025; Vidak vd., 2023; Zhao vd., 2023). Ayrıca bu teknolojiler, öğrencilerin iş birliğine dayalı öğrenme süreçlerine aktif katılımını teşvik ederek sosyobilimsel konulara yönelik farkındalıklarını ve motivasyonlarını güçlendirmektedir (Chang vd., 2016; Matovu vd., 2023;). Bununla birlikte, öğretmenlerin pedagojik yeterlikleri, altyapı eksiklikleri ve teknik sınırlılıklar, bu uygulamaların etkinliğini olumsuz etkileyebilecek faktörler arasında yer almaktadır (Karışan & Zeidler, 2024; Tekin & Aslan, 2025). Dolayısıyla teknoloji tabanlı sosyobilimsel konu uygulamalarının fen eğitiminde kullanımı, yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda öğrencilerin demokratik vatandaşlık, etik muhakeme ve sürdürülebilirlik bağlamında sorumluluk geliştirmelerini de destekleyen bir yaklaşım olarak görülmektedir (Högstöm vd., 2024; Zhang vd., 2025).

Çevrimiçi tartışma ortamları ve yapay zekâ tabanlı dijital argümantasyon platformları, fen eğitiminde sosyobilimsel konuların öğretiminde öğrencilerin



hem bilimsel kavramları derinlemesine anlamalarını hem de çoklu bakış açıları geliştirmelerini destekleyen yenilikçi araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu platformlar, öğrencilerin karmaşık sosyobilimsel ikilemler üzerine kanıta dayalı tartışmalara katılmalarını sağlayarak, fen kavramlarını toplumsal, etik ve kültürel boyutlarla ilişkilendirmelerine imkân tanır (Karışan & Zeidler, 2024). Özellikle yapay zekâ destekli argümantasyon sistemleri, öğrenci yanıtlarını değerlendirip geri bildirim sunarak onların sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektedir (Zhang vd., 2025). Çevrimiçi işbirlikçi ortamlar, farklı sosyokültürel arka planlara sahip öğrencilerin bir araya gelerek alternatif çözüm yollarını tartışmalarına olanak tanır ve bu durum fen eğitiminin demokratik ve katılımcı yönünü güçlendirir (Högström vd., 2024). Böylelikle öğrenciler yalnızca bilimsel bilgiyi öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda bu bilgiyi toplumsal karar alma süreçlerinde nasıl kullanacaklarını da deneyimler. Yapay zekâ tabanlı platformlar, öğrencilerin fen kavramlarını tartışma bağlamında doğru ve etkili şekilde kullanmalarına katkı sağlarken, aynı zamanda hatalı akıl yürütmeleri belirleyerek öğrenme sürecine rehberlik eder (Chang vd., 2016). Bu araçların fen eğitimiyle bütünleşmesi, öğrencilerin bilimsel kavramları bağlamsallaştırmalarını, çok yönlü muhakeme yapmalarını ve sorumlu vatandaşlık bilinci geliştirmelerini desteklemektedir (Chowdhury, 2016). Dolayısıyla, çevrimiçi tartışma ve yapay zekâ destekli argümantasyon ortamları, fen eğitiminde sosyobilimsel konu öğretiminin hem kavramsal hem de değer temelli hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunan yaklaşımlar ortaya koyabilir.

Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, çevrimiçi simülasyonlar ve web tabanlı öğrenme ortamları, fen eğitiminde sosyobilimsel konularını öğretirken hem fen kavramlarının görselleştirilmesine hem de çoklu bakış açısı geliştirilmesine güçlü imkânlar sunar. Özellikle akıllı telefon/tablet tabanlı AR uygulamaları; yerleşik, bağlamsal ipuçlarıyla karmaşık uzamsal kavramları somutlaştırır, öğrencilerin çevresel ve toplumsal verileri “yerinde” üst üste bindirerek kanıta dayalı tartışmalara katılımını artırır (Jiang vd., 2025; Vidak vd., 2023). Çevrimiçi simülasyonlar ise risk içeren ya da gerçek yaşamda erişilmesi güç koşulları güvenli bir sanal ortamda modelleyerek hipotez denemelerini ve değişkenler arası ilişkileri sistematik biçimde sınamayı mümkün kılar; bu bağlamda AR’ye göre farklı algısal ve duyuşsal profiller üreterek sosyobilimsel konu öğrenmesinin bilişsel ve tutumsal boyutlarını

tamamlayıcı rol oynar (Chang vd., 2016). Web tabanlı ortamlar ve öğrenme yönetim sistemleri, kaynak zenginleştirme, veriye dayalı argüman inşası ve senkron/asenkron tartışmalar için ortak bir zemin sağlayarak öğrencilerin çok yönlü muhakemelerini, akıl yürütmelerini ve vatandaşlık odaklı karar verme süreçlerini güçlendirir (Högström vd., 2024; Karışan & Zeidler, 2024). Bu platformlarda yürütülen tartışmalar, fen kavramlarının yalnızca ne olduğuna değil, aynı zamanda hangi değerlerle ve hangi paydaşların perspektifinden ele alınacağına odaklanmayı sağlayabilir (Högström vd., 2024). Böylece öğrenciler bilimsel kanıtları, belirsizlikleri ve değer yüklü boyutları birlikte tartışarak daha dengeli ve savunulabilir sosyobilimsel konu kararlarına ulaşabilirler (Karışan & Zeidler, 2024). Uygulama düzeyinde ise cihaz erişimi, dikkat dağıtıcı unsurlar ve öğretmenlerin etkili sınıf yönetimi gibi konular, bu teknolojilerin beklenen kazanımları üretmesi açısından kritiktir (Jiang vd., 2025; Vidak vd., 2023). Mobil AR, çevrimiçi simülasyon ve web tabanlı tartışma bileşenlerinin bütüncül kullanımı, fen kavramlarının derinlemesine anlaşılmasını, çoklu bakış açısına dayalı argümantasyonu ve sosyobilimsel konu bağlamlarında sorumlu eylem planlarının geliştirilmesini birlikte destekler (Erkılıç, Gürbüz ve Bayraktar, 2025; Chang vd., 2016; Karışan & Zeidler, 2024).

Yapay zekâ, fen eğitiminde sosyobilimsel konu öğretimini özellikle sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrencilerin açık uçlu yanıtlarını otomatik puanlayıp hızlı geri bildirim sağlayarak kanıta dayalı akıl yürütme ve argümantasyon becerilerini desteklemektedir (Zhang vd., 2025; Gürbüz ve Sarioğlu, 2022). Yapay zekâ tabanlı değerlendiriciler, öğretmenlerle belirli düzeyde uyum gösterirken bazı rubrik kategorilerinde (ör., uzamsal ilişkiler, nadir yanıt kalıpları) tutarlılık sorunları yaşayabildiğinden, geçerlik ve güvenirlik kanıtlarının sosyobilimsel konu bağlamlarında titizlikle toplanması gerekmektedir (Zhang vd., 2025). Teknoloji tabanlı sosyobilimsel konu uygulamaları yalnızca yapay zekâ ile sınırlı değildir; mobil AR, çevrimiçi simülasyonlar ve web temelli ortamlar soyut fen kavramlarını görselleştirip karar verme bağlamlarını zenginleştirirken, ortamın tasarımına bağlı olarak bilişsel ve duyuşsal çıktılar farklılaşabilmektedir (Chang vd., 2016; Jiang vd., 2025). Nitekim nükleer enerji konulu bir çalışmada AR ile etkileşimli simülasyonlar arasında bilgi ve tutumda anlamlı fark bulunmazken, öğrencilerin teknolojiye ilişkin algıları farklılaşmış; bu da “araç mı, yöntem mi?” tartışmasının sosyobilimsel konu öğrenmesinde bağlama duyarlı

olduğunu göstermiştir (Chang vd., 2016). VR çalışmalarında ise yüksek katılıma karşın öğrenme çıktılarının karışık olabildiği, bunun da sıklıkla tasarım özelliklerinin (duyusal, eylemsel, anlatı, sosyal) pedagojik gerekçeler ve öğrenme kuramlarıyla yeterince hizalanmamasından kaynaklandığı ortaya konulmuştur (Matovu vd., 2023). Uygulamada, öğretmenlerin sosyobilimsel konuyu dijital olarak düzenleyip tartışmaları yapılandırma, etik boyutu ve fen kavramlarını dengede tutma konularında ek rehberliğe ihtiyaç duyduğu; alanyazında “uygulama boşluğu” olarak nitelenen bu sorun nedeniyle sınıf içi uyumun kritik bir engel olduğu vurgulanmaktadır (Högström vd., 2024). Sınıf düzeyinde dikkat dağılması, işlem-süreç sorunları ve fiziksel rahatsızlıklar; öğretmen düzeyinde sınıf kontrolü, etkinlik tasarımı ve teknik yetkinlik; okul düzeyinde maliyet, altyapı ve mahremiyet gibi meseleler teknoloji tabanlı sosyobilimsel konu entegrasyonunu zorlaştırmaktadır (Jiang vd., 2025). Ayrıca sanal ve artırılmış gerçekliğin uygulanabilirliği dair ön değerlendirme yapılması ve öğretmen yetkinliğinin güçlendirilmesi bir başka önkoşul olarak öne çıkmaktadır (Zhao vd., 2023). Gelecek araştırmalarda, heterojen sosyobilimsel konu veri setleriyle eğitilmiş, insan-merkezli yapay zekâ destekli değerlendirme akışlarının geliştirilmesi ve öğretmene rehberlik sağlayacak biçimde kullanıma entegrasyonu öncelikli görünmektedir (Zhang vd., 2025). Bununla birlikte, VR tasarım özelliklerini argümantasyon çıktılarıyla eşleyen, AR–simülasyon–web tartışmalarını birlikte kurgulayan tasarım tabanlı araştırmalara ihtiyaç vardır (Matovu vd., 2023; Chang vd., 2016; Högström vd., 2024).

## KAYNAKÇA

- Arifin, Z., Sukarmin, S., & Saputro, S. (2025). Trends and research frontiers in socioscientific issues for sustainable science education: A systematic and bibliometric analysis from 2014–2024. *Journal of Pedagogical Research*, 9(1), 407–434. <https://doi.org/10.33902/JPR.202530575>
- Çalık, M., & Wiyarsi, A. (2025). The effect of socio-scientific issues-based intervention studies on scientific literacy: A meta-analysis study. *International Journal of Science Education*, 47(3), 399–421. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2325382>
- Chang, H. Y., Hsu, Y. S., & Wu, H. K. (2016). A comparison study of augmented reality versus interactive simulation technology to support student learning of a socio-scientific issue. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1148–1161. <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.961486>
- Chowdhury, M. A. (2016). The integration of science-technology-society/science-technology-society-environment and socio-scientific-issues for effective science education and science teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 19–38. <http://ejse.southwestern.edu>
- Christenson, N., Gericke, N., & Rundgren, S.-N. C. (2016). Science and language teachers' assessment of upper secondary students' socioscientific argumentation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(8), 1401–1422. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9746-6>
- Ekborg, M., Ottander, C., Silfver, E., & Simon, S. (2013). Teachers' experience of working with socio-scientific issues: A large scale and in-depth study. *Research in Science Education*, 43, 599–617. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9279-5>
- Erkılıç, T. O., Gürbüz, F., & Bayraktar, B. (2025). Investigation of the Effect of the Exam Period on the Nutritional Status and Salivary Cortisol Levels of University Students. *Cuestiones de Fisioterapia*, 54(4), 6171-6187.
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209–237. <https://doi.org/10.1002/tea.21076>
- Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem-based learning: The effects on learning achievement and attitude in

- physics education. *Computers & Education*, 142, 103635. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>
- Gao, L., vd. (2024). Discourse moves and socio-emotional interactions in collaborative argumentation. *Thinking Skills and Creativity*, 52, 101525. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101525>
- Gürbüz, F., & Sarıoğlu, A. B. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin sorgulamaya dayalı öğrenmede soru sormaya yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Current Perspectives in Social Sciences*, 26(2), 237-244.
- Han, J., Kim, K. H., Rhee, W., & Cho, Y. H. (2021). Learning analytics dashboard to support face-to-face collaborative argumentation. *Computers & Education*, 163, 104041. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104041>
- Högström, P., Gericke, N., Wallin, J., & Bergman, E. (2024). Teaching socioscientific issues: A systematic review. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00542-y>
- Huang, H. M., Liaw, S. S., & Lai, C. M. (2020). Exploring learner acceptance of the use of virtual reality in medical education: An empirical study. *Computers & Education*, 153, 103807. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103807>
- Jiang, H., Zhu, D., Chugh, R., Turnbull, D., & Jin, W. (2025). Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: Trends, advantages and challenges. *Education and Information Technologies*, 30, 12827–12863. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z>
- Kara, S. (2025). Evaluation of interdisciplinary science teaching practices in the context of socioscientific issues. *International Journal of Science Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2540620>
- Karışan, D., & Zeidler, D. L. (2024). Teaching socioscientific issues in the digital age: Emerging trends and unexplored frontiers. *Turkish Journal of Education*, 13(1), 92–109. <https://doi.org/10.19128/turje.1384524>
- Kinskey, M., & Callahan, B. E. (2021). The influences of socioscientific issues on general science teaching self-efficacy. *Research in Science Education*, 52(5), 1451–1465. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-09991-9>
- Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based

- instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017–1043. <https://doi.org/10.1080/09500690902894512>
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689–1716. <https://doi.org/10.1080/09500690600560878>
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201–1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>
- Macalalag, A. Z., Kaufmann, A., Van Meter, B., Ricketts, A., Liao, E., & Ialacci, G. (2024). Socioscientific issues: Promoting science teachers' pedagogy on social justice. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 6(28), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s43031-024-00118-4>
- Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits of taking a virtual field trip in immersive virtual reality: Evidence for the immersion principle in multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 34, 1771–1798. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-2>
- Matovu, H., Ungu, D. A. K., Won, M., Tsai, C. C., Treagust, D. F., Mocerino, M., & Tasker, R. (2023). Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Studies in Science Education*, 59(2), 205–244. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2082680>
- Newton, M. H., & Annetta, L. A. (2024). The influence of extended reality on climate change education. *Journal of Science Education and Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00518-y>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>

- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2003). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4–27. <https://doi.org/10.1002/sce.10101>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71–93. <https://doi.org/10.1002/sce.20023>
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622–1635. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1204481>
- Sardağ, M., & Çakmakçı, G. (2025). Informal formative assessment in argumentation-based science education: A micro-analytic investigation of teachers' pedagogical practices. *Argumentation*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10503-025-09668-x>
- Sırakaya, M., & Alsancak Sırakaya, D. (2020). The effect of augmented reality use on achievement, misconception and course engagement. *Contemporary Educational Technology*, 11(3), 1–14. <https://doi.org/10.30935/cedtech/8581>
- Tekin, N., & Aslan, O. (2025). Culturo-techno-contextual approach: Sample implementation steps for teaching socioscientific issues. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty*, 73, 684–711. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.1398648>
- Tidemand, S., & Nielsen, J. A. (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: From the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 39(1), 44–61. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1264644>
- Ucar-Longford, B., Hosein, A., & Heron, M. (2024). Improving pre-service teachers' argumentation skills: A holistic online scaffolding design approach. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/21532974.2024.2320440>
- Vidak, A., Movre Šapić, I., Mešić, V., & Gomzi, V. (2023). Augmented reality technology in teaching about physics: A systematic review of opportunities and challenges. [Preprint]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.18392>

- Viehmann, C., Fernández Cárdenas, J. M., & Reynaga Peña, C. G. (2024). The use of socioscientific issues in science lessons: A scoping review. *Sustainability*, 16(14), 5827. <https://doi.org/10.3390/su16145827>
- Wambsganss, T., Kueng, B., Söllner, M., & Leimeister, J. M. (2022). Automated argumentation feedback with social comparison nudging. *Computers & Education*, 191, 104644. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104644>
- Wilson, M., Ha, M., Jin, H., Choi, K., & Cho, K. (2023). Using automated analysis to assess middle school students' competence with scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(7), 1311–1339. <https://doi.org/10.1002/tea.21803>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 74–101. <https://doi.org/10.1002/tea.20281>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- Zhang, W. X., Lin, J. J. H., & Hsu, Y. S. (2025). AI-assisted assessment of inquiry skills in socioscientific issue contexts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41, e13102. <https://doi.org/10.1111/jcal.13102>
- Zhao, X., Ren, Y., & Cheah, K. S. L. (2023). Leading virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in education: Bibliometric and content analysis from the Web of Science (2018–2022). *SAGE Open*, 13(3), 1–23. <https://doi.org/10.1177/21582440231190821>





## BÖLÜM 6

### FEN EĞİTİMİNDE KAVRAM HARİTASI KULLANIMI

Doç. Dr. Ekrem CENGİZ<sup>1</sup>

Doç. Dr. Faruk ARICI<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17788108>

---

<sup>1</sup>Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Bayburt, Türkiye.  
ekremcengiz@bayburt.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7620-9543

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, farukarici@bayburt.edu.tr, Orcid  
ID: 0000-0003-0368-6346



## GİRİŞ

Fen eğitiminin temel amaçları arasında öğrencilerin fenle ilgili kavramları anlamlı ve doğru bir şekilde öğrenmelerini sağlamak da yer alır. Öğrencilerin yaşadıkları dünya ile ilgili var olan bilgilerini artırmaları için onlara fen kavramlarının doğru ve uygun zamanda öğretilmesi gerekir (Hong ve Diamond, 2012). Ancak ilgili literatürde fen öğretiminin formüllere indirgenmesinin ve bu öğretimin değerlendirilirken kâğıt-kalem testlerinin kullanılmasının öğrencilerin kavram öğrenimini olumsuz olarak etkilediği belirtilmektedir (Olson, 2008). Bunun için fen eğitiminde kavram öğretiminin etkili bir şekilde yapılmasını sağlayacak yöntem ve tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde uygulamaya konulan fen öğretim programında öğrencilerin fen öğretimi sırasında sorumluluk almaları ve kendi öğrenme süreçlerinde aktif olarak rol almaları istenmektedir. Yani fen öğretiminin etkili ve aktif bir şekilde yapılması istenmektedir. Yapılandırmacı kurama göre öğrenen bireyin yeni bilgilerini eski bilgileri üzerine inşa etmesi ve öğretim sürecinde eski kavramlarla yeni kavramların ilişkilendirilmesi gerektiği savunulmaktadır (Ayas, 2010). Bu durum kavram öğretiminin önemini ortaya koymaktadır. Ayas (2010) kavramların soyut yapıda olduğunu, öğretim sırasında bunların mümkün olduğunca somutlaştırılmasının gerektiğini, bunun için grafik materyallere ihtiyaç duyulduğunu, bu grafik materyaller arasında anlam çözümleme tabloları, kavram ağları, zihin haritaları, kavram haritaları ve bilgi haritalarının yer aldığını ifade etmektedir. Bunların dışında kavram öğretimi için kavram karikatürleri, kavramsal değişim metinleri, kavram çarkı diyagramı, tahmin-gözlem-açıklama tekniği, hikayelendirme, çoklu yazma etkinlikleri, V diyagramı, yapılandırılmış grid, tanılayıcı dallanmış ağaç ve anoloji gibi farklı yöntem ve tekniklerde yer almaktadır. Alkış Küçükaydın (2020) tarafından fen eğitiminde kavram öğretimi konusunda yapılan çalışmaların incelendiği bir araştırmada kavram öğretiminde en fazla tercih edilen ve incelenen tekniğin kavram haritası olduğu ifade edilmiştir. Yazara göre bu durum kavram haritalarının en bilinen tekniklerden biri olması, kavramsal ölçümler açısından geçerli bir mekanizma sunması ve geleneksel yöntemlere ek olarak alternatif bir araç olarak kullanılabilmesiyle ilgili olabilir. Mevcut pek çok öğrenme aracı arasında yer alan kavram haritalarının, biyoloji, fizik, kimya ve hikâye anlatımı gibi çeşitli alanlarda öğrencilerin öğrenme süreçlerini ve akademik başarılarını

olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur (Asan, 2007; BouJaoude ve Attieh, 2008; Hwang vd., 2011; Liu vd., 2011).

Kavram haritaları Ausubel (1963) tarafından geliştirilen anlamlı öğrenme teorisine göre tasarlanmıştır. Anlamlı öğrenme, öğrencilerin mevcut bilişsel yapılarıyla öğrenme materyalleri arasında ilişki kurmayı esas alan, ancak bu ilişkinin etkili biçimde gerçekleşebilmesi için somut ve uygulanabilir yöntemlere gereksinim duyan bir öğrenme yaklaşımıdır. Novak ve Gowin (1984), Ausubel'in teorisine dayanarak, anlamlı öğrenmenin kavram haritası aracılığıyla farklı kavramlar arasındaki ilişkiyi karakterize eden bir "kavram haritalama" yöntemi ile gerçekleşebileceğini ifade etmişlerdir. Novak ve Cañas (2008) ezberci öğrenme ile anlamlı öğrenme arasındaki ayrımı David Ausubel'e atfetmiştir. Ezberci öğrenme, sunulan bilginin, önceki bilgiyle bağlantılandırılması ve anlamının anlaşılması için çok az çaba gösterilerek, kelimesi kelimesine ezberlenmesine odaklanmak olarak görülebilir (Novak, 2002). Anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için Novak ve Cañas (2008) üç ön koşul tanımlamış olup bunları şöyle sıralamışlardır; 1- öğrenme materyali öğrenciler için alakalı ve kavramsal olarak anlaşılabilir olmalıdır, 2- öğrenciler uygun ve alakalı ön bilgiye sahip olmalıdır ve 3- öğrenciler materyalleri anlamlı bir şekilde öğrenmek için çaba göstermelidir. Dolayısıyla derslerde kavram haritasının kullanılması öğrencilerin kavramları anlamlı öğrenmesini sağlayacak, bu yolla yapılan öğrenme ise daha kalıcı olacaktır.

Kavramlar arasındaki bağlantıları gösteren kavram haritaları, Novak (1984) tarafından geliştirilmiş olup, öğrencilerin gözlemledikleri olay ve nesneleri yorumlamada önemli olan temel kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarına yardımcı olur (Novak ve Gowin, 1984). Kavram haritaları, Bloom'un bilişsel, duyuşsal ve psikomotor olmak üzere üç eğitimsel etkinlik alanıyla doğrudan ilişkilidir (Hwang, Chu ve ark., 2011). Araştırmalar, bu haritaların öğrencilerin söz konusu üç alandaki bilgi ve becerilerini geliştirmede etkili bir öğretim aracı olarak işlev gördüğünü ortaya koymuştur (Kumaran, 2015).

Öğrencilerin anlamlı öğrenmesine katkı sağlayan kavram haritaları derslerde öğretmenler tarafından farklı amaçlar için kullanılabilir. Kavram haritaları öğrenme, öğretme, müfredat planlama (McClure vd., 1999; Novak ve Gowin, 1984) ve öğrencilerin fen kavramlarını anlama düzeylerini değerlendirmede (McClure vd., 1999) kullanılabilir. Bu nedenle hem öğrenciler

hem de öğretmenler için kavram haritaları ve kavram haritalama etkili öğrenme ve öğretme araçlarıdır (Lin, 2019; Wu vd., 2016). Öğretmenler, öğrencilerin kavramlarla ilgili bilgi yapılarını ortaya çıkarmak için bunları ön değerlendirme ve biçimlendirici değerlendirme aracı olarak kullanabilirler (Burrows ve Mooring, 2015). Kavram haritalama, eğitim ortamlarında hem öğretme ve öğrenme sürecinde hem de değerlendirme amacıyla sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Chang ve Yang, 2022). Öğrencilerin kavram haritalama çalışması yapmaları, onların farklı bakış açılarından düşünmelerine yardımcı olacağı, bunun da yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmede faydalı olduğu belirtilmektedir (Kassab ve Hussain, 2010). Kavram haritalama, öğrencilerin bilgiyi düzenlemesini ve bütünleştirmesini kolaylaştıran, daha iyi anlama ve akılda tutma sağlayan güçlü bir eğitim aracıdır iken, kavram haritaları da hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin kavramları anlamlı bir şekilde gözlemlmelerini, çıkarımlarda bulunmalarını, sınıflandırmalarını ve hiyerarşik anlayışlar oluşturmalarını sağlar (Wang vd., 2025). Öte yandan kavram haritaları öğrencilerin motivasyonunu artırmada, bilişsel yükü azaltmada ve öğrencilerin sınıf içi katılımını önemli ölçüde iyileştirmede etkilidir (Cheng vd., 2022; Chou vd., 2022; Hwang vd., 2013). Kavram haritaları aracılığıyla öğrenciler, karmaşık ve soyut kavramlar arasındaki ilişkileri özetleyebilir, düzenleyebilir ve görselleştirebilirler (Cañas vd., 2023). Bilginin kavramsal ve görsel biçimde sunulması, öğrencilerin bilgilerini organize etmelerine ve kavramlar arasındaki ilişkileri daha iyi kavramalarına olanak tanır (Chou ve ark., 2022). Semilarski vd. (2022) ise kavram haritalarının görsel bir bilişsel araç olarak kullanılmasının, öğrencilerin disiplinlerarası ilişkiler kurma ve anlamlı bağlantılar oluşturma becerilerini geliştirdiğini, bunun da öz yeterliliklerini belirgin biçimde artırdığını ifade etmiştir. Araştırmalar, kavram haritalamanın öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri netleştirmelerine yardımcı olmakla kalmayıp, özellikle yeni öğrenilen kavramları önceki bilgilerle ilişkilendirerek derin ve anlamlı öğrenmeyi teşvik ettiğini (Cui ve Yu, 2019), aynı zamanda öğrencilerin farklı öğrenme alanlarındaki başarılarını, motivasyonlarını ve tutumlarını önemli ölçüde iyileştirdiğini (Almulla ve Alamri, 2021; Su ve Zou, 2024) göstermiştir. Genel olarak kavram haritalarının avantajları ilgili literatüre dayalı olarak şöyle sıralanabilir;

- a-) Öğretmenlerin dersten önce uygun öğretim materyali tasarımları için ders tasarım standartları olarak hizmet ederek bir öğretim stratejisine dahil edilebilirler (Huang vd., 2012; Liu vd., 2011),
- b-) Kavram haritaları, öğrencilerin anlamlı öğrenmeye katılmalarını ve bunu basit ezberleme yoluyla yapmaktan kaçınmalarını sağlar (Hwang vd., 2014; Hwang vd., 2011),
- c-) Kavram haritaları, öğrencilerin farklı kavramları organize etmelerine ve netleştirmelerine yardımcı olur (Chiou, 2012; Chiou, 2008),
- d-) Kavram haritaları, bir öğretim stratejisinin parçası ve bir öğrenme değerlendirme aracı olarak da kullanılabilir (Gul ve Boman, 2006; Hsu ve Hsieh, 2005).

Eğitim öğretim alanında farklı alanlarda kullanılan kavram haritalarının öğrencilerdeki farklı değişkenler üzerindeki etkisi yapılan birçok çalışmada araştırılmıştır. Yapılmış olan bu araştırmaların incelenerek eğilimlerin ve ihtiyaç duyulan yeni çalışma alanlarının belirlenmesi bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. İlgili literatürde kavram haritaları ile yapılmış olan inceleme ve analiz çalışmaları ile bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Hartmeyer vd. (2017), ilk ve ortaöğretim fen eğitiminde kavram haritalama aracılığıyla yapılan uygulamaları içeren dokuz yayının sistematik incelemesini yaparak şu sonuçları elde etmiştir; 1- Öğrencilerin öğrenmesini izlemek ve biçimlendirici değerlendirme önerilerini karşılamak için, öğretimde kavram haritalama oluşturulmalıdır. 2- Kişisel anlayışın ortaya çıkarılması için, bireysel olarak oluşturulan kavram haritalama uygulanmalıdır; ancak işbirlikli kavram haritalama, öğrencilerin anlayışlarını geliştirmek ve onları öğretim kaynakları ve kendi öğrenmelerinin sahipleri olarak etkinleştirmek için değerli tartışmaları teşvik edebilir. 3- Düşük yönlendirmeli haritalama biçimlendirici değerlendirme için en uygun yöntem olarak görülse de, eğitimcilerin öğrencilerin öğrenme düzeylerini ve göreve ayırdıkları zamanı dikkate alarak gerektiğinde bu süreci daha yapılandırılmış hale getirmeleri önemlidir. 4- Ayrıca, teknoloji tabanlı değerlendirme ve akran değerlendirmesi, eğitimcilerin yorumlama yükünü azaltabilecek yararlı yaklaşımlar olup, aynı zamanda zamanında geri bildirim ilkesini destekleyen uygulamalardır.

Schroeder vd. (2018) tarafından kavram haritalarının etkisine yönelik yapılan bir meta analiz çalışmasında kavram ve bilgi haritalarıyla öğrenmenin

orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir etki ürettiği ifade edilmiştir. Ayrıca kavram haritaları oluşturanın kavram haritaları ile çalışmaya göre daha fazla fayda sağladığı belirlenmiştir. Diğer taraftan kavram haritalarıyla öğrenmenin diğer öğretim karşılaştırma koşullarından üstün olduğunu ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) ve STEM dışı bilgi alanlarında etkili olduğu belirlenmiştir. Son olarak kavram haritalarıyla öğrenmenin, önemli sayıda çalışmada tartışma veya ders temelli uygulamalar ile yapılan öğrenmeden önemli ölçüde daha etkili olduğu ve taslaklar veya listeler oluşturmaktan ya da incelemekten orta derecede daha etkili olduğu bulunmuştur.

Chang, Hwang ve Tu (2022a) tarafından yapılan bir çalışmada, 1992-2020 yılları arasında yayınlanan çalışmalar gözden geçirilerek kavram haritası destekli eğitimin rolleri, uygulamaları ve eğilimleri araştırılmıştır. Kavram haritalarının medyası, kavramların rolleri, örneklem grupları, araştırma yöntemleri, uygulama alanları, öğrenme bağlamları, araştırma odakları ve atıf ile eş atıf ilişkileri gibi çeşitli boyutlar teknoloji tabanlı öğrenme modeline dayalı olarak dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, kavram haritası destekli bilgi inşa etme ve öğrenme başarısını ile motivasyonu artırmak için kavram haritası tabanlı öğrenme tasarımı olmak üzere iki ana tema işbirlikli öğrenmede ortaya çıkmıştır. Araştırmalarda daha fazla çalışmanın öğrencilerin performansını, tutum/motivasyonunu ve algılarını incelediği, öğrencilerin becerilerinin, üst düzey düşünme becerilerinin ve iş birliği ile iletişim becerilerinin geliştirilmesine daha az önem verildiği belirlenmiştir.

Chang, Hwang ve Tu (2022b) tarafından yapılan eğitim teknolojisi araştırmacılarının ve okul öğretmenlerinin, K-12 eğitimi için teknoloji destekli öğrenme ortamlarında kavram haritası uygulamalarını incelemek için SSCI (Social Science Citation Index)'de taranan eğitim teknolojisi dergilerinde yayımlanan çalışmaların sistematik bir incelemesi yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, kavram haritalarının esas olarak ilkokullarda uygulanıp çoğunlukla kişisel bir Mindtool ve işbirlikçi bir Mindtool rolünü oynadığı ortaya çıkmıştır. Ortaokul öğretmenleri, çoğunlukla kavram haritalarını bir ölçme ve değerlendirme aracı, kişisel zihin araçları ve işbirlikli zihin araçları olarak kullanırken, buna karşın birçok ilkokul öğretmeni, kavram haritalarını işbirlikli bir Mindtool (bir öğrenme grubu için), kişisel bir Mindtool (bireysel öğrenciler için) ve bir öğrenme tasarımı aracı olarak kullanmaktadır.



Chang ve Yang (2022) bilgisayar destekli öğrenme ortamlarında kavram haritalama ile ilgili yayınların bibliyometrik bir analizini gerçekleştirmiştir. Bu araştırmada Web of Science veri tabanı kullanılarak 1990'dan 2020'ye kadar yayınlanan toplam 356 çalışma seçilerek analiz edilmiştir. Bu çalışma sonucunda kavram haritası araştırmalarına artan ve sürekli bir odaklanma olduğu, bu çalışmaları yayınlamak için önde gelen derginin Computers & Education olduğu ve Amerika Birleşik Devletleri'nin en çok yayın yapan ülke olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda çevre bilimi veya doğa bilimi alanlarında yoğun uygulamaların olduğu, bu uygulamalar için geleneksel bilgisayarlar/cihazların en çok kullanılan cihazlar/donanımlar olduğu ve yükseköğretim öğrencileri ve nicel araştırma yöntemleri ile daha fazla çalışma yapıldığı belirlenmiştir.

Şen (2023) tarafından yapılan bibliyometrik analiz çalışmasında kimya eğitiminde kavram haritası kullanımı ile ilgili WoS'da yayımlanan araştırmalar analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda kimya eğitiminde kavram haritası kullanımı ile ilgili çalışmalarda en etkili ülkenin ABD, en etkili derginin Journal of Chemical Education, en çok atıf alan yazarın Novak, en sık kullanılan anahtar kelimenin kavram haritaları olduğu belirlenmiştir.

Alkış Küçükaydın vd. (2023) tarafından yapılan bir araştırmada Web of Science veri tabanında 1985-2021 yılları arasında eğitim alanında yayınlanmış kavram haritalama çalışmalarının bibliyometrik bir analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda yapılan yayınların çoğunun 2013 yılına ait olduğu, en önemli derginin Journal of Research in Science Teaching olduğu ve en önemli üniversitenin National Taiwan University of Science and Technology olduğu ve en fazla atıf alan yazarların Cih, M.T., & Wylie, R. olduğu belirlenmiştir.

Polat ve Çakmak (2023) tarafından yapılan bir araştırmada kavram haritalama üzerine yapılmış lisansüstü tezler amaç ve yöntem açısından incelenmiş ve tezlerin genel eğilimleri belirlenmiştir. Çalışmaya toplam 116 lisansüstü tez dahil edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, incelenen tezlerin çoğunlukla kavram haritalarının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçladığı, ağırlıklı olarak deneysel desende tasarlandığı, örneklem/çalışma grubunun çoğunlukla 51-100 katılımcı aralığında olduğu ve örneklemin çoğunlukla ilkökul ve ortaokul öğrencilerinden oluştuğu belirlenmiştir.

Anastasiou vd. (2024) kavram haritası kullanımının öğrencilerin fen dersi başarısına olan etkisini belirlemek için bir meta analiz çalışması

yürütmüşlerdir. 1980 ve 2020 yılları arasında hakemli dergilerde ve tezlerde yayınlanan, fen dersi başarısında kavram haritalama ile ilgili 55 çalışma araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışma kapsamında fizik/yer bilimleri, kimya ve biyoloji alanlarında öğrenim için kavram haritaları kullanan 3. sınıftan 12. sınıfa kadar toplam 55 çalışma analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda genel fen dersi için ortalama etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu, ortalama etki büyüklüklerinin, konu alanına bağlı olarak orta ila büyük arasında değiştiği ve gruplar arasındaki bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Liu ve Wang (2024) tarafından yapılan bir araştırmada eğitimle ilgili dijital kavram haritası araştırmaları ve uygulamalarındaki araştırma ve uygulama eğilimleri ile sorunlar analiz edilmiştir. Dijital kavram haritaları ile ilgili 43 dergi makalesi incelenmiştir. Bunun sonucunda, 1- Prestijli dergilerin ileri teknoloji, yaratıcı öğretim tasarımı ve yenilikçi değişkenlerin ölçümünü entegre eden dijital kavram haritalama çalışmalarını yayınlama olasılığının yüksek olduğu, 2- Dijital kavram haritalarının en sık oynadığı rolün öğrencilerin organizasyon ile analiz aracı ve öğretmenlerin sunum aracı olduğu, 3- İlkokul eğitimcilerinin fen bilimleri öğretimi için sıklıkla dijital kavram haritalarına başvurduğunu, üniversite akademisyenlerinin ise sosyal bilimler dersleri için bu araçları kullanmaya daha istekli olduklarını, 4- Nitel yöntemlerin yeterince kullanılmadığını ve bilişsel hedeflerin hala bu araştırmalarda birincil odak noktası olduğu 5- Pedagojik teorilerle zayıf bir bağlantının olduğu ve bunun çalışma ayrıntılarının şeffaf ve tutarlı bir şekilde raporlanması gerekliliğiyle birleşince, öğrenme çıktılarında karışık sonuçlara yol açmış olabileceği, 6- Dijital kavram haritalama araçlarının hem öğrencileri hem de öğretmenleri ve bunların birbirleriyle etkileşimlerini desteklemesi gerektiği bulunmuştur.

Pivarnikova (2025) tarafından yapılan bir araştırmada Coğrafya eğitimi araştırmalarında kavram haritalarının yaygın kullanımlarını analiz etmek ve kategorilere ayırmak için Scopus ve Web of Science veri tabanlarında İngilizce olarak yayımlanmış 40 deneysel çalışma incelenmiştir. Çalışma sonucunda kavram haritalarının ağırlıklı olarak uygulama sonrası kavramsal değişiklikleri ortaya çıkarmak için bir değerlendirme aracı olarak kullanıldığı, en sık haritalanan konunun iklim değişikliği ve insan-çevre etkileşimleri olduğu belirlenmiştir.

Chu vd. (2025) yaptıkları çalışmada kavram haritalarının yükseköğretimin teknolojik bağlamlarındaki rolünü veya farklı öğrenme yönleri üzerindeki etkilerini bütünsel olarak incelemek için SSCI indeksinde yer alan farklı dergilerdeki makaleleri incelenmişlerdir. Araştırmada çalışmaların eğilimlerinin boyutları, özellikleri ve araştırma odakları sistematik bir yol izlenerek incelenmiştir. Çalışma sonucunda, yükseköğretimde teknolojik bağlamlarda kavram haritalarının kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda en üretken ülkelerin/bölgelerin (ilk yazarların) Tayvan ve Amerika Birleşik Devletleri olduğu, en sık kullanılan veri analizi yöntemlerinin nicel analiz ve karma analiz olduğu, uygulama alanları açısından, Mühendislik yükseköğretim çalışmalarında en sık kullanılan ders olurken bunu Dil, Sosyal Bilgiler ve Sağlık, Tıp ve Beden Eğitimi izlemiştir. Mobil cihazların kullanımı giderek artmasına rağmen, kavram haritaları üzerinde çalışmak için en sık kullanılan ortamın masaüstü bilgisayarların olduğu ve kavram haritalarının temel olarak kişisel bir zihin aracı ve değerlendirme aracı rolünde, ardından işbirlikçi bir zihin aracı olarak ele alınmıştır. İncelenen çalışmalarda en çok bilişsel boyutun daha sonra duygusal boyutun ve öğrenme davranışının araştırıldığı belirlenmiştir.

Kavram haritalamanın son zamanlarda bir bilgi oluşturma aracı (Farrokhnia vd., 2019), bir değerlendirme aracı (Hwang vd., 2011) ve bir eğitim aracı (Sciarrone ve Temperini, 2024) gibi farklı alanlarda kullanıldığı görülmüştür. Kavram haritalarının öğretim, öğrenme ve değerlendirmede giderek daha fazla kullanıldığı göz önüne alındığında, öğretmenlerin öğrencilerin bu meta-bilişsel araçları doğru ve başarılı bir şekilde kullanmalarında önemli sorumlulukları olduğu söylenebilir (Roessger vd., 2018). Bu nedenle, eğitimcilerin/öğretmenlerin ve alandaki yeni araştırmacıların, kavram haritalarını öğretim, öğrenme ve değerlendirme için bir eğitim aracı olarak kullanımıyla ilgili araştırmalardaki eğilimleri ve gelişmeleri takip etmeleri önemlidir (Şen, 2023). Yüksek kaliteli kavram haritalarının eğilimlerini ve özelliklerini anlamak, öğretmenlere, öğretim tasarımcılarına ve araştırmacılara, özellikle de yeni araştırmacılara veya yeni öğretmenlere yardımcı olabilir (Hwang ve Fu, 2019). Chang vd. (2022), tarafında yapılan bir araştırmada K-12 eğitimi üzerine 2000 ve 2020 yılları arasında yayınlanmış olan 59 çalışma incelenmiş ve kavram haritalamanın öncelikle ilköğretimde, özellikle fen derslerinde bilişsel bir araç olarak

kullanıldığı ortaya konulmuştur. Bu açıdan kavram haritalarının en fazla kullanıldığı dersler olan Fen Bilimleri derslerinde bu araçların kullanımıyla ilgili bir bibliyometrik analiz çalışmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu noktada bu araştırma fen eğitiminde kavram haritası kullanımı ile ilgili Web of Science veri tabanında yer alan çalışmaları inceleyerek genel eğilimlerinin belirlemesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda aşağıdaki sorulara cevap aranacaktır;

1. Fen eğitiminde kavram haritalarına ilişkin çalışmalardaki genel görünüm nasıldır?
2. Fen eğitiminde kavram haritalarına ilişkin çalışmalardaki yıllık eğilim nasıldır?
3. Bu alanda en verimli yayınları hangi yazarlar, ülkeler/bölgeler ve kurumlar üretmiştir?
4. WoS veri tabanında, fen eğitiminde kavram haritalarına ait çalışmaların özet bölümlerinde en sık kullanılan kelimeler nasıl dağılmıştır?
5. WoS veri tabanında, fen eğitiminde kavram haritaları çalışmalarında en sık kullanılan anahtar kelimeler nasıl dağılmıştır?
6. WoS veri tabanında, fen eğitiminde kavram haritası çalışmalarında en çok atıf alan yazarlar (atıf ve ortak atıf analizlerine göre) kimlerdir?
7. WoS veri tabanında, fen eğitiminde kavram haritası çalışmalarında en çok atıf alan dergiler (atıf ve ortak atıf analizlerine göre) hangileridir?
8. WoS veri tabanında, fen eğitiminde kavram haritası çalışmalarında yazarların en çok kullandığı anahtar kelime, kaynak ve konu dağılımı nasıldır?
9. WoS veri tabanında, fen eğitiminde kavram haritası çalışmalarında yazarların kullandıkları anahtar kelimelerin zaman içindeki değişimi nasıldır?

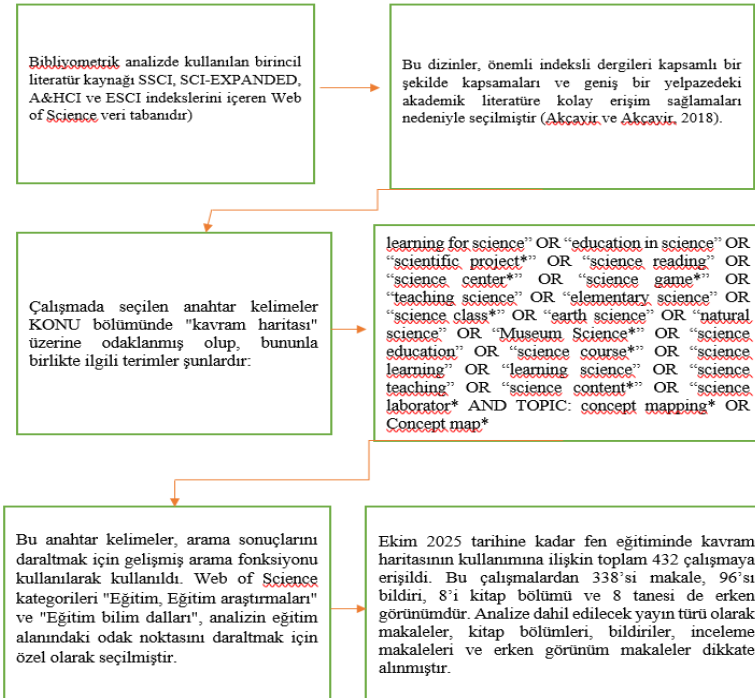
## 1. YÖNTEM

Bu çalışmada kavram haritalarının fen eğitiminde kullanımının ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için WoS veri tabanında taranan dergilerde yer alan akademik çalışmalar bibliyometrik analiz aracılığıyla incelenmiştir. Merigó vd. (2017), bibliyometrik çalışmaların temalar, teknikler ve olaylarla ilgili araştırma bulgularını değerlendirdiğini belirtirken, Ye vd.

(2012), bu metodolojinin bir alanı incelemek ve öncü eğilimleri belirlemek için bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Bibliyometrik analiz, akademik araştırma bulgularını değerlendirmek ve izlemek, gelecekteki araştırma yönlerini tahmin etmek için çok önemlidir (Chen vd., 2020; Song vd., 2019). Bibliyometri analiz nicel olduğundan, halihazırda geliştirilmiş kavramsal çerçevelere dayalı içerik analizinden daha doğru, tarafsız ve kesin sonuçlar üretebilir (Lesnikowski vd., 2019). Bibliyometrik analizin temel amacı, belirli alanlarda veya yayınlarda ortaya çıkan bilgi birikimindeki eğilimleri belirlemek ve anlamaktır (Nguyen ve Hallinger, 2020).

### 1.1. Çalışmaların seçim süreci

Bu çalışmada kavram haritalarının fen eğitiminde kullanımına dair ayrıntılı bir inceleme yapılacağı için buna yönelik bir arama stratejisi belirlenmiştir. Çalışmada incelenecek araştırmalar Arıcı vd. (2019) tarafından bibliyometrik analiz için kullanılan adımlar uygulanarak taranmıştır. Araştırma kapsamında incelenen makalelerin seçim sürecini ifade eden detaylı süreç Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Araştırma kapsamında incelenen makalelerin seçim süreci

## 1.2. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında elde edilen çalışmalar VOSviewer ve R programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

## 2. BULGULAR

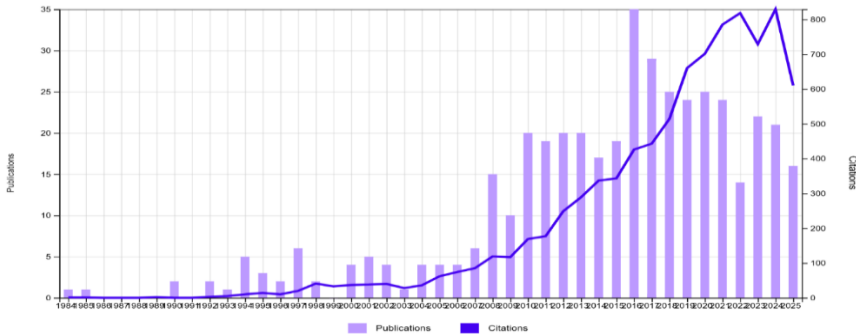
Araştırma kapsamında elde edilen çalışmaların genel görünümü aşağıdaki Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2: Kavram haritaları ile ilgili çalışmaları genel görünümü

Fen eğitiminde kavram haritası ile ilgili olarak yapılmış olan araştırmalar incelendiğinde ilk çalışmanın 1987 yılında yapıldığı, toplam 432 çalışmanın yer aldığı, bu çalışmaların 1167 yazar tarafından üretildiği, 1142 anahtar kelime kullanıldığı, yıllık büyüme oranının 7.71 olduğu ortaya çıkmıştır.

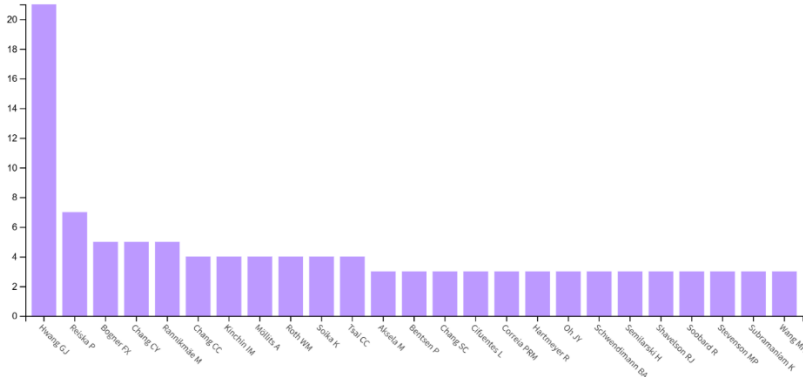
Fen eğitiminde kavram haritası ile ilgili olarak incelenen çalışmalar ve bu çalışmalara ait atıf sayıları aşağıdaki Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3: Kavram haritası ile ilgili çalışmalar ve bu çalışmalara yapılan atıfların yıllara göre dağılımı

Şekil 3 incelendiğinde çalışma sayısının ve bu çalışmalara yapılan atıf sayısının 1993 yılından itibaren artmaya başladığı çalışma sayısının 2016, atıf sayısının ise 2022 yılında en üst seviyeye çıktığı görülmüştür. Çalışmaların birkaç yıl hariç 1984 yılından itibaren süreklilik arz ettiği söylenebilir.

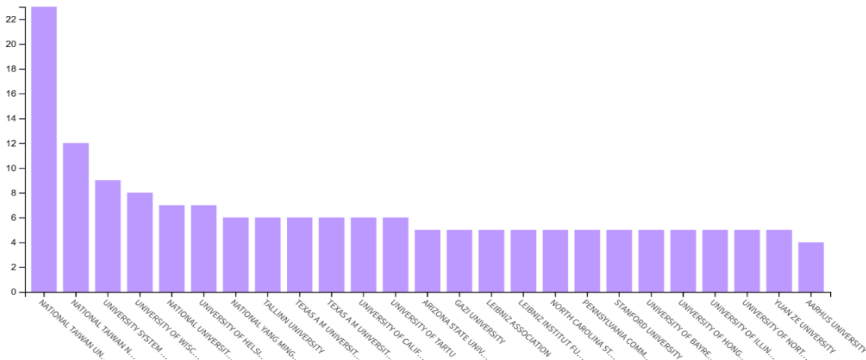
Bu çalışma kapsamında yazarların üretmiş oldukları çalışma sayısına ilişkin yapılan analiz sonucu aşağıdaki Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4: Yazarların yayın sayısına ilişkin bilgiler

Fen eğitiminde kavram haritası kullanımına ilişkin çalışmalar farklı yazarlar tarafından yürütülmüş olup bu yazarlar arasında ilk sıraları Hwang, G. J. (n=21), Reiska, P. (n=7), Bogner, F.X (n=5) ve Chang, C.Y (n=5)’in aldığı görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında incelenen araştırmaları üreten üniversitelerin sayısına ilişkin yapılan analiz sonucu aşağıdaki Şekil 5’de verilmiştir.

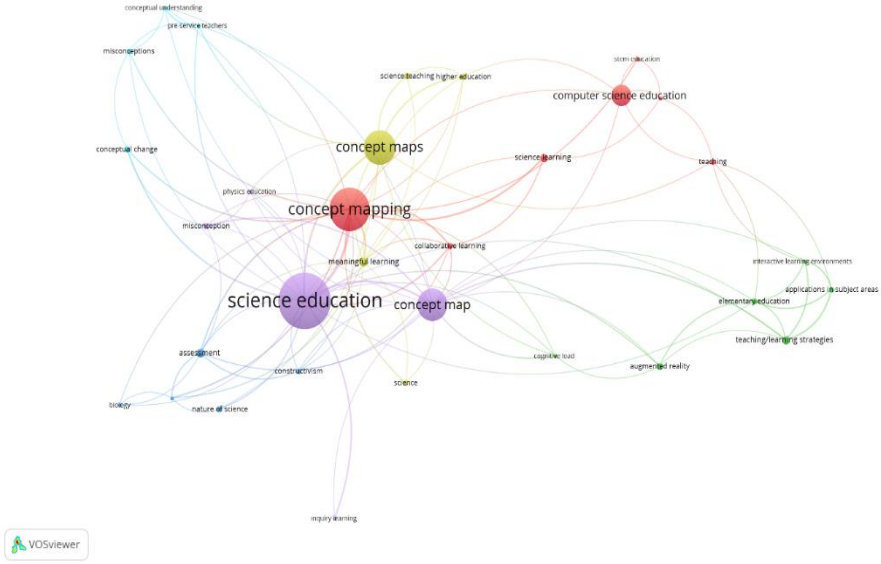


Şekil 5: Üniversitelerin yayın sayısına ilişkin bilgiler





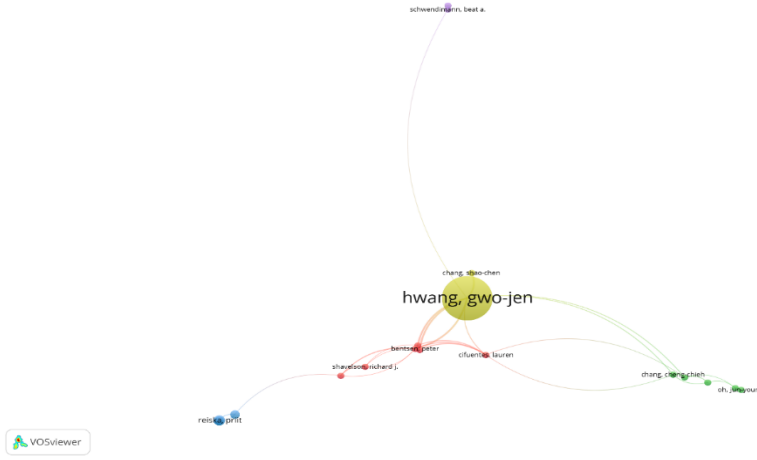
Şekil 7’deki grafik incelendiğinde group, concept mapping, paper ve effect kelimelerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu kelimelerin zaman içerisindeki dağılımı incelendiğinde ise son yıllara doğru deney, kontrol ve karşılaştırma kelimelerinin daha sık kullanıldığı görülmektedir.



**Şekil 8:** İncelenen çalışmalarda yazarlar tarafından sıklıkla kullanılan anahtar kelimeler

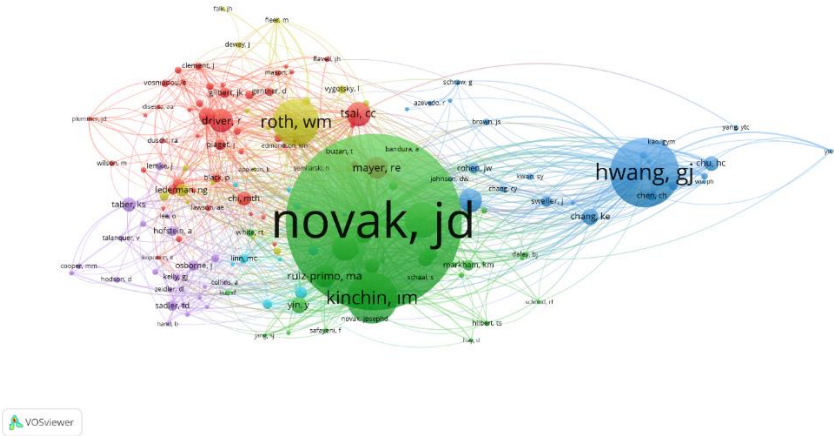
Bu araştırmada yazarlar tarafından en sık kullanılan anahtar kelimelerin belirlenmesi için yapılan analiz sonucunda elde edilen grafik Şekil 8’de sunulmuştur. Elde edilen bu grafik incelendiğinde science education, concept mapping, concept maps ve computer science education kelimelerinin daha fazla kullanıldığı görülmektedir.

Bu araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda en çok atıf alan yazarları belirlemek için yapılan analiz sonucunda Gwo-Jen Hwang, Chun-Yen Chang ve C.C. Tsai’nin ilk sıralarda yer aldığı görülmüştür. Yapılan bu analiz sonucunda elde edilen grafik Şekil 9’da sunulmuştur.



Şekil 9: En çok atıf alan yazarlara ait oluşturulan grafik

Çalışma kapsamında ayrıca, ortak atıf analizi ve atıf alan yazarları belirlemek için bir analiz yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda Novak, J.D., Hwang, G.J, Kinchin, I.M adlı yazarların bu analizde ilk sıralarda yer aldıkları belirlenmiştir. Bu analiz için elde edilen grafik aşağıdaki Şekil 10’da sunulmuştur.

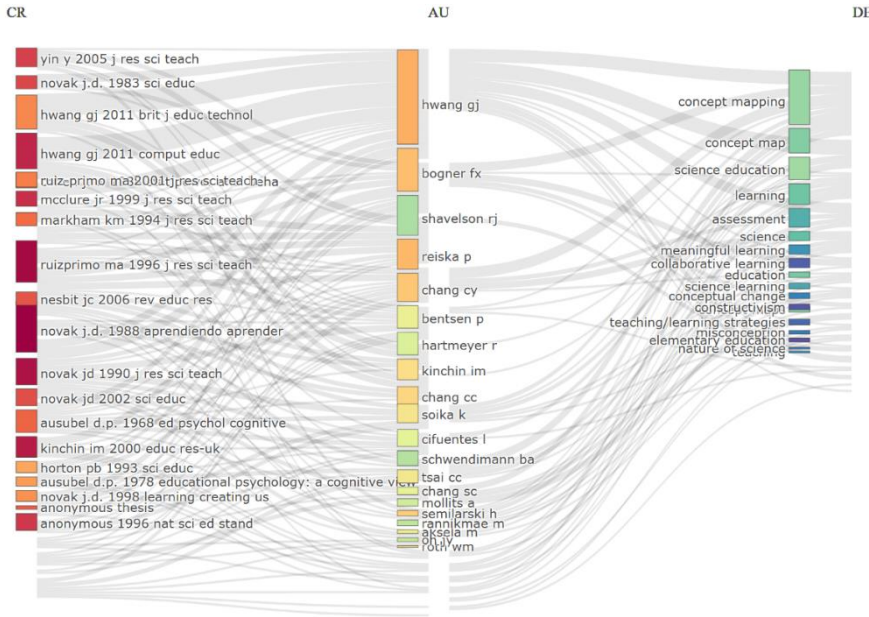


Şekil 10: Çalışma kapsamında en çok eş atıf alan yazarlar



En çok eş atıf alan dergilere ait grafik incelendiğinde Journal of Research in Science Teaching ve Computers & Education dergilerinin daha fazla öne çıktığı bu dergiler diğer diğer dergiler arasında daha güçlü bir bağlantının bulunduğu görülmektedir.

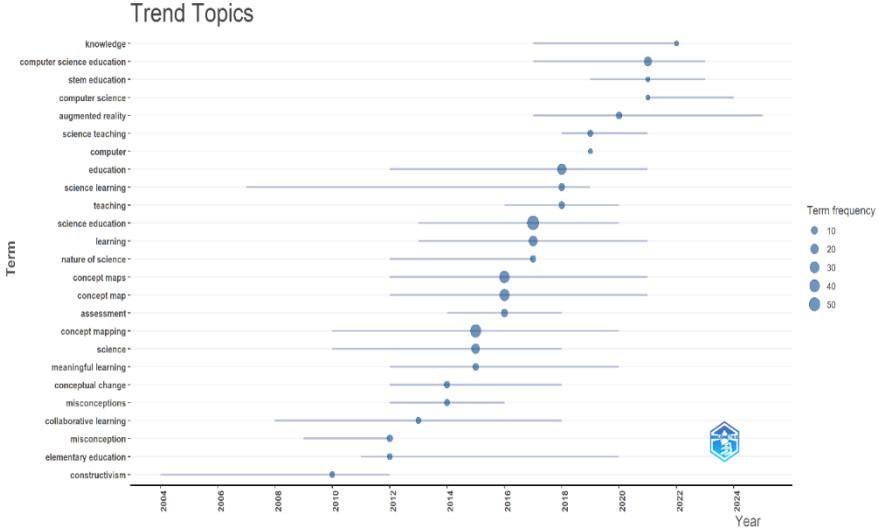
Çalışma kapsamında incelenen araştırmalarda hangi yazarların hangi anahtar kelimeleri ve kaynakçaları kullanarak çalışmalar yürüttüklerini belirlemek için bir analiz yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda elde edilen grafik Şekil 13’de sunulmuştur.



Şekil 13: Yazar, anahtar kelime ve atıf verilen yayınlara ilişkin elde edilen grafik

Şekil 13 incelendiği zaman kavram haritası (haritalama), fen eğitimi ve öğrenme anahtar kelimeleri ile Hwang, G. J ve Bogner, F. X. adlı yazarların Yin (2005), Novak (1983), Hwang (2011) isimli yayınlara atıfta bulunularak çalışmalarını yürüttüğü görülmektedir.

Bu araştırmada incelenen çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin zaman içerisinde nasıl değiştiğini görebilmek için yapılan analiz sonucu aşağıdaki Şekil 14’de verilmiştir.



**Şekil 14:** Yazarlar tarafından kullanılan anahtar kavramların zaman içerisindeki değişimi

Şekil 14 incelendiğinde 2010 yılında yapılandırmacılık kavramı öne çıkarken, 2012 yılında temel eğitim ve kavram yanılgıları, 2013 yılında işbirlikli öğrenme, 2014 yılında kavramsal değişim ile kavram yanılgıları, 2015 yılında anlamlı öğrenme, fen ve kavram haritalama, 2016 yılında değerlendirme ve kavram haritası, 2017 yılında bilimin doğası, fen öğrenme, 2018 yılında eğitim, öğretim ve fen öğrenme, 2019 yılında bilgisayar, fen öğrenme, 2020 yılında artırılmış gerçeklik, 2021 yılında bilgisayara destekli fen eğitimi, STEM eğitimi kavramları ön plana çıkmıştır.

### 3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Fen eğitiminde kavram öğretimi için birçok farklı yol, yöntem ve teknik bulunmakla beraber kavram haritalarının bu teknikler içerisinde diğerlerinden daha fazla kullanıldığı ilgili literatürde belirtilmektedir. Bu açıdan bu araştırmadan elde edilen sonuçların alana katkı sağlaması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Kavram haritası ile ilgili ilk çalışmanın WoS veri tabanında 1984 yılında yayımlandığı ve devam eden yıllarda bu sayının giderek arttığı çıkan ilk sonuçtur. Bu durum kavram öğretiminin fen eğitimi için uzun yıllardan beri devam eden öncelikli bir hedef olmasıyla ilgili olabilir. Diğer taraftan bu çalışmalara yapılan atıf sayısının 1993 yılından itibaren artmaya başladığı, çalışma sayısının 2016 yılında, atıf sayısının ise 2022 yılında en üst seviyeye ulaştığı ortaya çıkan diğer bir sonuçtur. Kavram haritaları Novak ve Govin (1984) tarafından geliştirilmiş olup, bunlar öğrencilerin sahip oldukları bilgileri görselleştirmelerine ve kavramlar arası ilişkiler kurmalarına imkan tanıyan öğretim araçlarıdır. Bu açıdan anlamlı öğrenmeye katkı sundukları için kısa zamanda araştırmacılar tarafından benimsendikleri söylenebilir. Atıf sayısının 1993 yılından itibaren artması ise 1990'lı yıllarda yapılandırmacı yaklaşımın fen eğitiminde kullanılmaya başlanmasıyla ilgili olabilir. 2016 yılında öğretim teknolojilerinin gelişmesi bu alandaki yayın sayısının artmasına katkı sağlamış olabilir. Özellikle CmapTools ve Mind Meister gibi dijital kavram haritalama araçlarının sayıca artması araştırmacıların bu alana yönelmesine sebep olmuş olabilir (Kinchin, 2014). Atıf sayısının 2022 yılında en üst seviyeye çıkması ise kavram haritalarının fen eğitiminde hala ilgi çekici konular arasında yer aldığı göstermektedir.

Kavram haritaları ile ilgili çalışma yapan yazarlar arasında ilk sıraları Hwang, G. J., Reiska, P., Bogner, F.X ve Chang, C.Y 'nin aldığı ortaya çıkmıştır. Bu durum kavram haritası konusunun fen eğitimi kapsamında uluslararası boyutta ele alındığı göstermektedir. Hwang (2011) tarafından yapılan fen eğitimi kapsamında teknoloji destekli kavram haritalarının kullanılarak öğrencilerin kavramsal anlamalarının araştırılması bu konu üzerindeki önemli araştırmalardan biridir. Reiska tarafından yapılan araştırmalarda ise kavram haritaları öğrencilerin öğrenme düzeyleri değerlendirilmiştir (Reiska ve Soika, 2014, Gürbüz, 2016). Bu çalışmalar kavram haritalarının fen eğitiminde sadece kavram öğretimi değil, aynı zamanda öğrenilen bilgilerin değerlendirilmesi ve farklı öğretimin farklı aşamaları için de kullanıldığını göstermektedir. En etkili yazarlar arasında ortaya çıkan Hwang, G. J. kavram haritaları ile ilgili olarak yapılan diğer analiz çalışmalarında da öne çıkmıştır (Chang ve Yang, 2022).

Kavram haritaları ile ilgili çalışmaları yapan üniversiteler arasında ilk sırayı National Taiwan University of Science and Technology üniversitesinin

alması bu kurumda görev yapan Hwang, G. J.'nin bu alanda nitelikli yayın yapmasıyla ilgilidir. Benzer şekilde National Taiwan Normal University, University System ve University of Wisconsin üniversitelerinde görev yapmakta olan araştırmacılar yaptıkları yayınlarla kendi kurumlarını ön sıralara taşımaktadırlar.

Fen eğitiminde kavram haritası çalışmalarında ilk sırayı USA alırken bu ülkeyi Taiwan ve Türkiye takip etmiştir. Bilgisayara destekli ortamlarda kavram haritası kullanımına ilişkin olarak yürütülen bir analiz çalışmasında da USA en fazla yayın üreten ülke olmuştur (Chang ve Yang, 2022; Gürbüz, 2014). Taiwan ise genelde eğitim araştırmalarında özelde ise fen eğitimi araştırmalarında etkili yazarlara sahiptir. Eğitimin diğer alanlarında da örneğin bilgi işlemsel düşünmede en fazla yayın üreten ülke konumundadır (Ertaş Kalay ve İpek, 2024). Chang ve Yang (2022) tarafından yapılan bir kavram haritası analiz araştırmasında da en çok yayına sahip olan ülkeler USA, Taiwan ve Türkiye olarak sıralanmıştır.

Bu araştırma sonucunda group, concept mapping, paper ve effect kelimelerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu kelimelerin zaman içerisindeki dağılımı incelendiğinde ise son yıllara doğru deney, kontrol ve karşılaştırma kelimelerinin daha sık kullanıldığı görülmektedir. Anahtar kelime analizi, akademisyenlerin uygun araştırma eğilimlerini belirlemelerine yardımcı olabilir; en sık kullanılan anahtar kelimeler, en popüler incelenen konuları gösterir (Chen, Zou, Cheng vd., 2020), İncelenen araştırmalarda kavram haritalarının bir öğrenme aracı olarak daha fazla kullanılarak bu araçların etkisinin gözlenmeye çalışıldığı söylenebilir.

Bu araştırmada yazarlar tarafından en sık kullanılan anahtar kelimelerin belirlenmesi için yapılan analiz sonucunda science education, concept mapping, concept maps ve computer science education kelimelerinin daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Bu durum kavram haritalarının özellikle fen eğitiminde kullanıldığını ve gelişen teknoloji ile beraber bilgisayara destekli kavram haritalarının oluşturulduğu ve bunların farklı değişkenler üzerindeki etkisinin değerlendirildiği görülmektedir.

En çok atıf alan yazarlar arasında Gwo-Jen Hwang, Chun-Yen Chang ve C.C. Tsai'nin ilk sıralarda yer aldığı ortaya çıkmıştır. Atıf sayısı, araştırmanın önemi ve kalitesinin nesnel bir göstergesi olarak kabul edilir (Chang ve Yang,

2022). Bu durumda özellikle isimleri öne çıkan yazarların bu alanda önemli ve etkili yayınlar ürettikleri söylenebilir.

Bu çalışmada araştırmalarda 2010 yılında yapılandırmacılık kavramı öne çıkarken, 2012 yılında temel eğitim ve kavram yanılgıları, 2013 yılında işbirlikli öğrenme, 2014 yılında kavramsal değişim ile kavram yanılgıları, 2015 yılında anlamlı öğrenme, fen ve kavram haritalama, 2016 yılında değerlendirme ve kavram haritası, 2017 yılında bilimin doğası, fen öğrenme, 2018 yılında eğitim, öğretim ve fen öğrenme, 2019 yılında bilgisayar, fen öğrenme, 2020 yılında artırılmış gerçeklik, 2021 yılında bilgisayara destekli fen eğitimi, STEM eğitimi kavramları ön plana çıkmıştır. Bu sonuçlar fen eğitimi ile ilgili olarak uluslararası literatürün takip edilerek araştırmaların yapıldığını göstermektedir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara dayalı olarak şu öneriler sırlanabilir;

- 1- Gelişen teknolojik araçların kullanımıyla oluşturulan kavram haritaları eğitim öğretimde daha fazla kullanılabilir,
- 2- Öğretmen ve öğretmen adaylarına dijital kavram haritası oluşturabilmeleri eğitimler verilebilir,
- 3- Kavram haritalarının fen eğitiminde daha fazla kullanımını sağlayacak uygulama örnekleri sunulabilir.



## KAYNAKÇA

- Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges, *Computers & Education*, 126, 334-345. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Alkış Küçükaydın, M. (2020). Fen eğitiminde kavram öğretimi konulu araştırmaların sistematik derleme yöntemiyle incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(2), 36-56. doi: 10.12984/eggefd.746326
- Alkış Küçükaydın, M., Ulum, H., & Ulum, Ö. G. (2023). Eğitimde kavram haritalama çalışmalarının bibliyometrik analizi. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 12, 1198-1215.
- Almulla, M. A., & Alamri, M. M. (2021). Using conceptual mapping for learning to affect students' motivation and academic achievement. *Sustainability*, 13(7), 4029. <https://doi.org/10.3390/su13074029>
- Anastasiou, D., Wirngo, C.N. & Bagos, P. (2024). The effectiveness of concept maps on students' achievement in science: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36, 39. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09877-y>
- Arıcı, F., Yıldırım, P., Çalıklar, Ş., & Yılmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*, 142, 103647. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Asan, A. (2007). Concept mapping in science class: a case study of fifth grade students. *Educational Technology & Society*, 10(1), 186–195.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Ayas, A. (2010). Kavram öğrenimi. (S. Çepni) Eds. *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde* (s.99-123). Pegem Akademi.
- BouJaoude, S., & Attieh, M. (2008). The effect of using concept maps as study tools on achievement in chemistry. *Eurasia Journal Mathematics Science Technology Education*, 4(3), 233–246.
- Burrows, N. L., & Mooring, S. R. (2015). Using concept mapping to uncover students' knowledge structures of chemical bonding concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 53–66. <https://doi.org/10.1039/C4RP00180J>

- Cañas, A. J., Reiska, P., & Shvaikovsky, O. (2023). Improving learning and understanding through concept mapping. *Knowledge Management & E Learning*, 15(3). <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2023.15.021>
- Chang, C. C., Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2022a). Roles, applications, and trends of concept map-supported learning: a systematic review and bibliometric analysis of publications from 1992 to 2020 in selected educational technology journals. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5995–6016. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2027457>
- Chang, C. C., Tseng, K. H., & Lou, S. J. (2012). A comparative analysis of the consistency and difference among teacher-assessment, student self-assessment and peer-assessment in a Web-based portfolio assessment environment for high school students. *Computers & Education*, 58(1), 303–320. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.005>
- Chang, C. Y., & Yang, J. C. (2022). Concept mapping in computer-supported learning environments: A bibliometric analysis. *Interactive Learning Environments*, 31(10), 6678–6695. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2043385>
- Chang, C.-C., Hwang, G.-J., & Tu, Y.-F. (2022b). Concept Mapping in Technology-Supported K-12 Education: A Systematic Review of Selected SSCI Publications From 2001 to 2020. *Journal of Educational Computing Research*, 60(7), 1637-1662. <https://doi.org/10.1177/07356331211073798>
- Chen, X., Zou, D., Cheng, G., & Xie, H. (2020). Detecting latent topics and trends in educational technologies over four decades using structural topic modeling: A retrospective of all volumes of computers & education. *Computers & Education*, 151, 103855. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103855>
- Chen, X., Zou, D. & Xie, H. (2020). Fifty years of the *British Journal of Educational Technology*: A topic modeling based bibliometric perspective. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 692-708. <https://doi.org/10.1111/bjet.12907>
- Cheng, Y. P., Cheng, S. C., & Huang, Y. M. (2022). An internet articles retrieval agent combined with dynamic associative concept maps to implement online learning in an artificial intelligence course. *International Review*

- of *Research in Open and Distributed Learning*, 23(1), 63–81. <https://doi.org/10.1917/irrodl.v22i4.5437>
- Chiou, C. (2008). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4), 375–387. <https://doi.org/10.1080/14703290802377240>
- Chiou, C.C., Lee, L.T., & Liu, Y.Q. (2012). Effect of Novak colorful concept map with digital teaching materials on student academic achievement. *Procedia Social-Behavioral Science*, 64, 192–201. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.023>
- Chou, Y. Y., Wu, P. F., Huang, C. Y., Chang, S. H., Huang, H. S., Lin, W. M., & Lin, M. L. (2022). Effect of digital learning using augmented reality with multidimensional concept map in elementary science course. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 31(4), 383–393. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00580-y>
- Chu, S. T., Chang, C. C. & Tu, Y. F. (2025). Concept maps in technological contexts of higher education: a systematic review of selected SSCI publications. *Educational Technology Research Development*, 73, 1601–1622. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10460-7>
- Cui, J., & Yu, S. (2019). Fostering deeper learning in a flipped classroom: Effects of knowledge graphs versus concept maps. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2308–2328. <https://doi.org/10.1111/bjet.12841>
- Ertas Kalay, S. & Ipek, J. (2024). Bibliometric analysis of artificial intelligence studies in computational thinking. *International Journal on Studies in Education*, 6(4), 603-615. <https://doi.org/10.46328/ijonse.248>
- Farrokhnia, M., Pijera-Díaz, H. J., Noroozi, O., & Hatami, J. (2019). Computer-supported collaborative concept mapping: The effects of different instructional designs on conceptual understanding and knowledge co-construction. *Computers & Education*, 142, 103640. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103640>
- Gul, R.B., & Boman, J.A. (2006). Concept mapping: a strategy for teaching and evaluation in nursing education. *Nurse Education Practice*, 6(4), 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2006.01.001>

- Gürbüz, F. (2014). Students' Views On Distance Learning In Turkey: An Example Of Anadolu University Open Education Faculty. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 15(2), 239-250.
- Gürbüz, F. (2016). Physics Education: Effect of Micro-Teaching Method Supported by Educational Technologies on Pre-Service Science Teachers' Misconceptions on Basic Astronomy Subjects. *Journal of Education and Training Studies*, 4(2), 27-41.
- Hartmeyer, R., Stevenson, M. P., & Bentsen, P. (2017). A systematic review of concept mapping-based formative assessment processes in primary and secondary science education. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(6), 598-619. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2017.1377685>
- Hong, S. Y., & Diamond, K. E. (2012). Two approaches to teaching young children science concepts, vocabulary, and scientific problem-solving skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 295-305. doi: 10.1016/j.ecresq.2011.09.006
- Hsu, L., & Hsieh, S. I. (2005). Concept maps as an assessment tool in a nursing course. *Journal of Professional Nursing*, 21(3), 141-149. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2005.04.006>
- Huang, H.S., Chiou, C.C., Chiang, H.K., Lai, S.H., Huang, C.Y., & Chou, Y.Y. (2012). Effects of multidimensional concept maps on fourth graders' learning in web-based computer course. *Computers & Education*, 58(3), 863-873. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.016>
- Hwang, G. J., & Fu, Q. K. (2019). Trends in the research design and application of mobile language learning: A review of 2007-2016 publications in selected SSCI journals. *Interactive Learning Environments*, 27(4), 567-581. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1486861>
- Hwang, G. J., Chu, H. C., Lin, Y. S., & Tsai, C. C. (2011). A knowledge acquisition approach to developing mindtools for organizing and sharing differentiating knowledge in a ubiquitous learning environment. *Computers & Education*, 57(1), 1368-1377. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.12.013>
- Hwang, G. J., Kuo, F.R., Chen, N.S., & Ho, H. J. (2014). Effects of an integrated concept mapping and web-based problem-solving approach on students'

- learning achievements, perceptions and cognitive loads. *Computers & Education*, 71, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.013>
- Hwang, G. J., Wu, P. H., & Ke, H. R. (2011). An interactive concept map approach to supporting mobile learning activities for natural science courses. *Computers & Education*, 57(4), 2272–2280. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.06.011>
- Hwang, G.J., Shi, Y.R., & Chu, H.C. (2011). A concept map approach to developing collaborative mindtools for context-aware ubiquitous learning. *British Journal Educational Technology*, 42(5), 778–789. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01102.x>
- Kassab, S. E., & Hussain, S. (2010). Concept mapping assessment in a problem-based medical curriculum. *Medical Teacher*, 32(11), 926–931. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2010.497824>
- Kinchin, I. M. (2014). Concept mapping as a learning tool in higher education: a critical analysis of recent reviews. *The Journal of Continuing Higher Education*, 62(1), 39–49. <https://doi.org/10.1080/07377363.2014.872011>
- Kumaran, V. S. (2015). Towards formative assessment of e-learners using concept map. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 5(2), 94. <https://doi.org/10.17706/ijeeee.2015.5.2.94-104>
- Lesnikowski, A., Belfer, E., Rodman, E., Smith, J., Biesbroek, R., Wilkerson, J. D., Ford, J. D. & Berrang-Ford, L. (2019). Frontiers in data analytics for adaptation research: topic modeling. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10(3), e576. <https://doi.org/10.1002/wcc.576>
- Lin, X. (2019). Achievement goal orientations as predictors of self-regulated learning strategies of international esl students. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 31(2), 214–223.
- Liu, C.C., Chen, H.S., Shih, J.L., Huang, G.T., & Liu, B. J. (2011). An enhanced concept map approach to improving children's storytelling ability. *Computers & Education*, 56(3), 873–884. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.02>
- Liu, Z., & Wang, Z. (2024). Research and applications of digital concept mapping in education: A systematic review from 2012 to 2022.

- Educational Technology & Society*, 27(4), 34-52.  
[https://doi.org/10.30191/ETS.202410\\_27\(4\).RP03](https://doi.org/10.30191/ETS.202410_27(4).RP03)
- McClure, J. R., Sonak, B., & Suen, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 475–492.  
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199904\)36:4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199904)36:4)
- Merigó, J. M., Blanco-Mesa, F., Gil-Lafuente, A. M. & Yager, R. R. (2017). Thirty years of the International Journal of Intelligent Systems: A bibliometric review. *International Journal of Intelligent System*, 32(5), 526-554. <https://doi.org/10.1002/int.21859>
- Nguyen, U. P., & Hallinger, P. (2020). Assessing the distinctive contributions of simulation & gaming to the literature, 1970-2019: A bibliometric review. *Simulation & Gaming*, 51(6), 744–769. <https://doi.org/10.1177/1046878120941569>
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Technical Report IHMC CmapTools 2006–01 Rev 01–2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. Retrieved on June 12, 2016 from <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.
- Novak, J. D. (1984). Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 61(7), 607–612.  
<https://doi.org/10.1021/ed061p607>
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548–571.
- Novak, J. D., & Gowin, B. D. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press
- Olson, J. K. (2008). Methods & Strategies: Concept-focused teaching. *Science and Children*, 46(4), 45-49.
- Olson, J. K. (2008). Methods & Strategies: Concept-focused teaching. *Science and Children*, 46(4), 45-49.
- Pivarníková, V. (2025). Utilisation of concept maps in geography education research: A systematic review. *European Journal of Geography*, 16(2), 169-83. <https://doi.org/10.48088/ejg.v.piv.16.2.169.183>.

- Polat, M., & Çakmak, M. (2023). A thematic content analysis study on concept map oriented graduate theses between 2001 and 2023. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 11(4), 587-604. DOI: <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.1399790>
- Reiska, P., & Soika, K. (2015). Using concept mapping for assesment in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 13(5), 662-673. <http://oaji.net/articles/2015/987-1450981453.pdf>
- Roessger, K. M., Daley, B. J., & Hafez, D. A. (2018). Effects of teaching concept mapping using practice, feedback, and relational framing. *Learning and Instruction*, 54, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.011>
- Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J., & Adesope, O. O. (2018). Studying and constructing concept maps: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30(2), 431–455. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9403-9>
- Sciarrone, F., & Temperini, M. (2024). A sentence-embedding-based dashboard to support teacher analysis of learner concept maps. *Electronics*, 13(9), 1756. <https://doi.org/10.3390/electronics13091756>
- Semilarski, H., Soobard, R., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2022). Expanding disciplinary and interdisciplinary core idea maps by students to promote perceived self-efficacy in learning science. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00374-8>
- Song, Y., Chen, X., Hao, T., Liu, Z., & Lan, Z. (2019). Exploring two decades of research on classroom dialogue by using bibliometric analysis. *Computers & Education*, 137, 12-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.002>
- Su, F., & Zou, D. (2024). Students' attitude and motivation towards concept mapping-based prewriting strategies. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 62(2), 651–673. <https://doi.org/10.1515/iral-2022-0134>
- Şen, Ş. (2023). Bibliometric analysis of concept maps in Chemistry education. *MIER Journal of Educational Studies, Trends & Practices*, 13(1), 27-47 DOI: 10.52634/mier/2023/v13/i1/2435
- Wang, XM., Wang, JL., Xu, S.Y., & XU, S. J. (2025). Concept mapping in STEM education: a meta-analysis of its impact on students' achievement

(2004–2023). *International Journal of STEM Education* 12, 30 (2025).  
<https://doi.org/10.1186/s40594-025-00554-2>

Wu, S. Y., Chen, S. Y., & Hou, H. T. (2016). Exploring the interactive patterns of concept map-based online discussion: A sequential analysis of users' operations, cognitive processing, and knowledge construction. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 1778–1794.  
<https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1057740>

Ye, Q., Song, H., & Li, T. (2012). Cross-institutional collaboration networks in tourism and hospitality research. *Tourism Management Perspectives*, 2, 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2012.03.002>





## BÖLÜM 7

### KÖKLERDEN GELECEĞE YENİ BİR VİZYON: TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ ÇERÇEVESİNDE FEN EĞİTİMİNİN DİNAMİKSEL ANALİZİ

Doç. Dr. Bünyamin ALIM<sup>1</sup>

Prof. Dr. Fatih GÜRBÜZ<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17788133>

---

<sup>1</sup>Bayburt Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bayburt, Türkiye. balim@bayburt.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4143-9787

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Bayburt, Türkiye. fgurbuz@bayburt.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9200-9202



## GİRİŞ

Eğitim sistemleri, toplumların değer yargılarının ve geleceğe yönelik vizyonlarının en somut yansımalarıdır. 21. yüzyılın ilk çeyreğinin sonuna doğru Türkiye Cumhuriyeti devleti eğitim sisteminde kapsamlı bir dinamik dönüşüme girmiş ve bir reform süreci başlatmıştır. Bu reform, 2024 yılı itibari ile yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) olarak tanımlanmış ve eğitimin merkezine “milli ve manevi değerler manzumesini” almıştır. Bu reform, Türk eğitim felsefesinin ve uygulama şekillerini yeniden tanımlayarak ortaya konulmuş köklü bir program dönüşümüdür. Bu model, sadece müfredat bileşenlerinin değişimi ile öğrencilerin belli bir bilgi birikimine sahip olmalarını değil, aynı zamanda değerler boyutunu, öğrencilerin beceri kazanımlarını, öğretim/öğrenme süreçlerini ve değerlendirme sistemlerini bir bütün olarak ele alıp dönüştürmeyi hedefleyerek erdemli, sorumluluk sahibi ve topluma/teknolojiye/sosyo-ekonomik hayata katkı sunan bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Sonuç olarak, bu model, pedagojik ve epistemolojik olarak “bütüncül bir eğitim yaklaşımı” üzerine kurgulanmış olup yayımlanan resmî belgelere göre bu bütünlük ontolojik (varlık), epistemolojik (bilgi), aksiyolojik (değer), zamansal ve mekânsal boyutlarda ele alınarak yapılandırılmıştır (Kadırgan & Şat, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

TYMM’ye göre fen eğitimi; ihtiyaç duyan, merak eden ve düşünen bireylerde bilimsel okuryazarlık becerilerini artıran, etik kuralları sosyal ve çevresel sorumluluk açısından öğreten, gelişmekte olan teknolojik alt yapının temelinde yer alma kapasitesini oluşturan ve yaşadığı çevreyle etkileşimde bilinçli karar verebilme yetkinliklerini kazandırma açısından eğitim sistemlerinin vazgeçilmez bir bileşenidir. Fen eğitimi açısından bu model, öğrencilerin sadece bilimsel bilgiye ulaşma ve öğrenmesini değil, aynı zamanda akademik ve bilimsel okuryazarlığı, etik davranışsal tutumu, çevre bilincini ve öğrenilen bilginin uygulamaya konulmasını zorunlu kılar. Böylece, fen eğitimi alan bir öğrenci, bu model ile pasif bir bilgi alıcılığından çıkarılıp bilimsel süreç becerilerini kullanabilen, deney ve gözlem yapabilen, araştırma hipotezleri kurabilen, elde ettiği dataları yorumlayıp tümevarımsal/tümdengelimsel akıl yürütme ile çıkarım geliştirebilen ve bu çıkarımları uygulamaya sokabilen aktif bir özne haline getirilir. Bunun yanı sıra, bu reform ile fen eğitiminde değer yargıları da ön plana çıkarılmaktadır. Modelin kök değerleri (adalet,

sorumluluk, saygı, merhamet vb.) fen eğitiminde öğretim süreçlerine entegre edilerek, bilimin sadece teknolojik gelişmeler için değil, aynı zamanda etik, toplumsal ve çevresel yarar boyutlarıyla da ele alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Kadırhan & Şat, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024). Bu yönüyle TYMM, Krathwohl'un duyuşsal alan sınıflaması (Krathwohl ve ark., 1964) ve Bloom'un bilişsel alan taksonomisini (Bloom ve ark., 1956) bütünleştiren bir yapıya sahiptir. Yani bir öğrenciden sadece bilmesi değil, değer verme ve eyleme dönüştürme fiiliyatlarında beklenmektedir.

Bu çalışma, bu reform sürecinde stratejik bir konuma sahip olan fen eğitimi alanında TYMM'nin temel hedeflerini, yapısal dönüşüm mekanizmalarını, dijital dönüşümün fen eğitimine entegrasyonunu, öğretmenlerin rolü ve uygulama zorlukları, modelin uluslararası eğitimlerle karşılaştırılması gibi temel dinamik parametreleri ele alarak kapsamlı bir araştırma sonucunu sunmayı hedeflemektedir.

## 1. FEN EĞİTİMİ ALANINDA TYMM'NİN TEMEL HEDEFLERİ

TYMM, bilimin etik ve ahlaki sorumluluk çerçevesinde doğal ve ekolojik dengeye saygı ilkeleriyle bütünleşen öğretim yaklaşımı ile “Erdem-Değer-Eylem” çerçevesinde bilgiyi üreten ve paylaştan bir fen eğitimi kurgulamaktadır. Bu kurguya göre, TYMM, önceki müfredatlardan farklı olarak belirli felsefi ve pedagojik yaklaşımları temel alır. Bu felsefik yaklaşımlar; bütüncül birey profili, sürdürülebilirliğe odaklılık, yakından→uzağa ve somuttan→soyuta öğrenmedir. Bu bağlamda, TYMM'nin fen eğitimi alanındaki hedefleri üç ana başlıkta özetlenebilir (Kadırhan & Şat, 2025; Çelebi & Ekici, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Çelebi & Ekici, 2025; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

### 1.1. Bilimsel Okuryazarlığın Güçlendirilmesi

TYMM, fen eğitimi alan öğrencilerin herhangi bir doğa olayını anlamasını, analogik yaklaşımla benzetim yapabilmesini, bilimsel yöntemle açıklama kapasitesini, eleştirel düşünme yetisini, veriye dayalı akıl yürütmesini geliştirerek bilimsel okuryazarlık seviyelerini artırmaya hedeflemektedir. Bu hedef, sorgulamaya dayalı öğrenme (*Inquiry-Based Learning*) modeline

dayanır ve öğrencilerin problem çözme ve üst bilişsel farkındalık düzeylerini artıracığının göstergesidir (Öztürk ve Demir, 2023; Yıldırım & Çalışkan, 2024). Fen eğitimi açısından bu durum şu şekilde somutlaştırılabilir: Bir öğrenci, “Bir hava aracının yük taşıma kapasitesini uçak kanadının aerodinamik tasarımı nasıl etkiler?” gibi bir soruya sadece kavramsal ve matematiksel formül yaklaşımı ile değil, bir deney tasarımı ve bu deneyi çeşitli değişkenlerle ele alarak veri analizi süreçleriyle ele alabilecektir. Bu süreçlerde, hipotez kurma, deney yapma, veri toplama ve raporlama becerileri etkin olacaktır. Böylece, fen eğitimi bir “bilgilendirme süreci”nden “bilimsel öğrenme ve uygulama sürecine” dönüşecektir (Kadırhan & Şat, 2025; Torun ve Karamustafaoğlu, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

## **1.2. Yerli ve Milli Bilim Vizyonunun Geliştirilmesi**

TYMM, “Köklerden geleceğe” temalı bir perspektifin altını çizerek, Türkiye’nin bilimsel ve kültürel mirasını fen eğitiminin içerisine dâhil ederek öğrencilerin yalnızca evrensel bilime hâkim olmalarını değil, kendi coğrafi, tarihsel ve kültürel bağlamlarıyla bilimi ilişkilendirmelerini amaçlamaktadır. Yani, yerli ve milli bilimsel unsurlar ile evrensel bilimsel değerler arasında köprü kurmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, fen eğitiminde öğrencilerin yalnızca evrensel bilimsel ilkelere hâkim olmalarını değil, aynı zamanda kendi coğrafi ve tarihsel bağlamlarında bilimi ve bilimsel yöntemi anlamlandırmalarını da gerektirir. Örneğin, fen eğitimi içerisinde “Türkiye’de fosil kaynaklar ve termik enerji santralleri” konusunun yerine “Türkiye’de fosil kaynakların ve termik enerji santrallerinin dünya ölçeğindeki dinamiklerle ilişkisi” konusunun ele alınması yerel bilimsel bağlamların öğrenilmesinin yanı sıra evrensel bilimsel kavramların öğrenilmesini ve karşılaştırmasını sağlayarak yerli ve milli bilim vizyonunun geliştirilmesine faydalı olacaktır (Kadırhan & Şat, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024).

## **1.3. 21. Yüzyıl Becerilerinin Kazandırılması**

TYMM, fen eğitimi aracılığıyla problem çözme, iletişim ve iş birliği, yaratıcılık, girişimcilik, dijital okuryazarlık, çevresel farkındalık ve sürdürülebilirlik gibi becerileri kazandırmayı hedeflemektedir (Çelebi & Ekici, 2025). TYMM reformu kapsamında belirtilen becerilerin sistematik olarak

programlara dahil edildiği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, fen eğitimi alan öğrencilerin bilimsel formülleri ezberlemesinden ziyade formülün çıkış noktasından hareketle dijital simülasyonlar ile hipotez test etmesi, bu testler için takım halinde proje yürütmesi ve veri toplayıp raporlama yapması gibi etkinliklerle 21. yüzyıl gereksinimlerini karşılamaları hedeflenmektedir (Kadırgan & Şat, 2025; Yıldırım & Çalışkan, 2024; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024).

## 2. TYMM ÇERÇEVESİNDE FEN BİLİMLERİ ALAN BECERİLERİ (FBAB)

TYMM dokümanında fen bilimleri eğitimi için 13 (on üç) alan becerisi tanımlanmıştır. Bu beceriler;

- **Bilimsel Gözlem (FBAB1):** Nesne, olay veya süreçlerle ilgili duyularla doğrudan ya da dolaylı veri toplama.
- **Sınıflandırma (FBAB2):** Nesne olgu veya canlılarla ilgili niteliklerin belirlenmesi; benzerlik ve farklılıklara göre gruplandırma.
- **Bilimsel Gözleme Dayalı Tahmin (FBAB3) ve Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin (FBAB4):** Öğrencinin gözlem veya veriye dayanarak tahminde bulunması, hipotez ya da çıkarım hazırlaması.
- **Operasyonel Tanımlama (FBAB5):** Bilimsel deneylerde kullanılacak kavramların ölçütlerle tanımlanması.
- **Hipotez Oluşturma (FBAB6):** Öğrencinin bilimsel soruya cevap ararken öneriler geliştirmesi.
- **Deney Yapma (FBAB7):** Bilimsel süreci planlama, yürütme, değişkenleri kontrol etme, verileri toplama.
- **Bilimsel Çıkarım Yapma (FBAB8):** Verilerden sonuç çıkartma, mantıksal ilişki kurma.
- **Bilimsel Model Oluşturma (FBAB9):** Kavramları temsil eden modeller geliştirme, soyutlamalar yapma.
- **Tümevarımsal Akıl Yürütme (FBAB10) ve Tümdengelimsel Akıl Yürütme (FBAB11):** Bilimsel düşünmede sistematik akıl yürütme yolları.
- **Kanıt Kullanma (FBAB12):** Bilimsel açıklamalarda veri ve kanıt sunabilme.

- **Bilimsel Sorgulama (FBAB13):** Bilimsel yöntemle sorular geliştirme, araştırma yapma.

Bu beceri kümesi, fen eğitimin sadece içerik aktarımına değil, öğrencinin bilimin süreç yanını oluşturan bilimsel yöntemi aktif şekilde kullanmasına olanak tanır. TYMM dokümanında “alan becerilerinin tamamı birbiriyle ilişkili olup bazı beceriler birden fazla beceriyi kapsayacak biçimde yapılandırılmıştır.” ifadesinde de belirtildiği gibi her bir beceri, bir diğerini destekleyen ve bütünlük şeklinde kullanılan bir yapıya sahiptir (MEB, 2024).

Fen Eğitiminde yukarıda izah edilen alan becerilerinin öğretim tasarımına yansımalarını bir plan ile tasarlayalım; aşağıdaki tasarladığımız hiyerarşik süreç TYMM’nin hedeflediği beceri odaklı ve süreç temelli fen eğitimine doğrudan hizmet eder.

| Ünite: Maddenin Hal Değişimi                                                                                        |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Araştırma: Basıncın Hal Değişim Sıcaklığına Etkisinin Belirlenmesi                                                  |                      |
| Eylem                                                                                                               | Beceri               |
| Deney kurgulama ve gözlem yapma                                                                                     | FBA1                 |
| Maddeleri gruplara ayırma                                                                                           | FBA2                 |
| Gözlemlerinden yola çıkarak sözel tahminde bulunma                                                                  | FBA3                 |
| Veri temelli tahminde bulunma                                                                                       | FBA4                 |
| Kavramları ölçütler ile tanımlama                                                                                   | FBA5                 |
| Hipotez oluşturma                                                                                                   | FBA6                 |
| Deney ile belirli bir maddenin hal değişim sıcaklığına basıncın etkisini inceleme ve değişkenlerin kontrolünü yapma | FBA7                 |
| Elde ettiği verilerden sonuç çıkarma ve korelasyonel ilişki kurma                                                   | FBA8                 |
| Olayı açıklayan model geliştirme                                                                                    | FBA9                 |
| Olayı anlamak ve izah etmek için parçadan bütüne ve bütünden parçaya inerek akıl yürütme                            | FBA10<br>ve<br>FBA11 |
| Sonuç kurarken veri ve kanıt sunma                                                                                  | FBA12                |
| Eylem                                                                                                               | Beceri               |



Kullandığı bilimsel yöntemle yeni sorular oluşturma  
ve araştırma yapma

FBA13

### 3. TYMM İLE FEN EĞİTİMİ ÖĞRETİM PROGRAMININ YAPISAL DÖNÜŞÜMÜ

TYMM ile birlikte fen eğitimi öğretim programlarında içerik, süreç ve değerlendirme boyutlarında dikkate değer ölçüde değişimler mevcuttur. Bu değişimler, ezber bilgidен beceriye geçişi destekleyen değişimler olup, Torun B. ve Karamustafaoğlu O. (Torun & Karamustafaoğlu, 2025) tarafından yapılan bir çalışmada rapor edildiğine göre aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Hedefler açısından; TYMM’de sürdürülebilirlik, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, dijital dönüşüm gibi yeni öğelere yer verilmiştir.
- İçerik açısından: “Konu alanı” ifadesinin kaldırılması, “Kazanım” yerine “Öğrenme Çıktısı” teriminin tercih edilmesi gibi yapısal farklılıklar getirilmiştir.
- Öğrenme-öğretme süreci açısından: Somuttan soyuta, yakından uzağa gibi ilkelerin benimsenmesi ve süreç-beceri odaklı etkinliklere ağırlık verilmesi benimsenmiştir.
- Ölçme-değerlendirme açısından: geleneksel sınav ağırlıklı değerlendirmeden süreç odaklı ve performans görevleri içeren ölçme anlayışına geçilmiştir.

Bu durum, karşılaştırmalı bir şekilde aşağıdaki tabloda verilmiştir.

| Özellik             | 2018 Öğretim Programı   | TYMM (2024)                                  |
|---------------------|-------------------------|----------------------------------------------|
| Öğrenim Hedefi      | Kazanım                 | Öğrenme Çıktısı                              |
| İçerik Bölümленmesi | Konu Alanı              | Kavramsal Beceriler                          |
| Öne Çıkan Beceri    | Temel Bilimsel Süreçler | Alan Becerileri ve Sosyal-Duygusal Beceriler |

TYMM'nin fen eğitimi programında vurguladığı 4 (dört) temel yapısal bileşeni tanım ve uygulama örneği ile birlikte aşağıdaki tabloda verildiği gibi özetleyebiliriz.

| Bileşen                                 | Tanım                                                                                     | Uygulama Örneği                                                                                  |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kavramsal Derinlik</b>               | Fen kavramlarının ezberden ziyade anlamlı öğrenme ve neden-sonuç ilişkileriyle kavranması | Öğrenciler su döngüsünü ezberlemek yerine, yerel çevre gözlemleriyle süreci modelleyebilir       |
| <b>Deneyimsel Öğrenme</b>               | Öğrencinin gözlem, deney ve proje yoluyla bilgiye ulaşması                                | “Okul bahçesi ekosistemi” projesiyle yerel biyoçeşitlilik gözlemleri yapılabilir                 |
| <b>Değer Entegrasyonu</b>               | Bilimsel bilginin etik ve çevresel sorumlulukla bütünleştirilmesi                         | “Yenilenebilir enerji kullanımı” temalı fen etkinliklerinde sürdürülebilirlik değeri işlenebilir |
| <b>Süreç Odaklı Ölçme-Değerlendirme</b> | Ürün değil süreç değerlendirmesi esas alınır                                              | Rubrik, gözlem formu, öğrenci portfolyosu kullanılır                                             |

### 3.1. Sorgulama-Temelli Öğrenme Yaklaşımı

TYMM, fen eğitimi özelinde sorgulamaya dayalı öğrenme (SDÖ) yaklaşımını merkezi bir pedagojik ilke olarak benimsemektedir. Bu yaklaşım çerçevesinde öğrenciler, öğretmen rehberliğinde “gözlem → hipotez → deney/araştırma → sonuç” döngüsünü izler. FBAB bileşenlerinde “bilimsel gözleme dayalı tahmin (FBAB3)” ve “bilimsel veriye dayalı tahmin (FBAB4)” gibi süreçlerin varlığı bu döngünün uygulanmasını zorunlu kılar (MEB, 2024). Uygulama açısından sırasıyla;

- Merak uyandırma ve problemin tanımlanması
- Hipotez kurma ve araştırma planlaması
- Veri toplama ve analizi

- Sonuçları yorumlama ve raporlama/paylaşma

süreçlerini takip eden öğrenci sınıf içi etkinlikler veya laboratuvar ortamlarında problemi deneyimleyerek öğrenir. Bu süreç, öğrenciyi yalnızca bilgi sahibi olmaktan çıkarıp bilimsel yöntem aşamaları ile becerilerini geliştirebilen ve öğrenen bir birey haline dönüştürür (Kadırhan & Şat, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

### **3.2. Fen Öğretiminde Teknolojik Entegrasyon ve Dijital Dönüşüm**

Dijital teknolojilerin pedagojik olarak kullanılması açısından TYMM kapsamında fen eğitimi, yenilikçi bir konumda yer almaktadır. TYMM raporlarında; sanal laboratuvarların oluşturulması, artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılması, dijital simülasyonlar ve STEM ortamlarının desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır (MEB, 2024). Bu dönüşüm, öncelikle öğretmenlerin dijital platformlara yatkınlıklarının olmasını, bu platformları aktif kullanabilme becerilerinin oluşmasını ve bu yönde mesleki gelişimlerini artırmalarını gerektirir. Bu sebeple, TYMM kapsamında öğretmenlere yönelik dijital içerik platformları, dijital öğrenme ortamları ve işbirlikli öğrenme sahaları önerilmektedir; böylece fen eğitimi, mekân ve zaman sınırı olmadan esnek bir biçimde yürütülebilir (Kadırhan & Şat, 2025; Efe, 2024; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024).

## **4. FEN EĞİTİMİ ÖĞRETMENLERİNİN TYMM'DE ROLÜ VE UYGULAMA ZORLUKLARI**

TYMM'ye göre, öğretmenler artık geleneksel anlatım modelinde ki “anlatan” pozisyonundan çıkıp; öğrenme ortamlarını tasarlayan, öğrencilerin sürece katılımını yönlendiren, teknoloji ve araçları öğrenme bağlamında etkin kullanan birer “özgür öğrenme rehberi” konumuna gelmelidir. Bu sebeple, TYMM'nin fen eğitiminde başarılı bir sonuca ulaşması, büyük ölçüde öğretmenlerin rollerini yeniden tanımasına ve pedagojik dönüşüm geçirmesine bağlıdır. Bu nedenle, TYMM kapsamında fen eğitimi veren öğretmenlerin sürekli mesleki gelişim programlarına katılması ve “dijital göçmen” statüsünden “dijital vatandaş” statüsüne evrilmesi gerekmektedir. Bu

gereklilik doğrultusunda, okul yöneticilerinin destekleyici bir eğitim çevresi yaratması ve altyapı yatırımlarının eşgüdümlü olması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, uygulamada karşılaşılan birçok temel zorluklar da mevcuttur (Kırçıl & Sağır, 2025; Duyul ve ark., 2025). Bunlar;

- Laboratuvar ve saha çalışmaları için gereken malzeme ve zaman eksikliği,
- Dijital teknolojiler ve simülasyonlar konusunda öğretmenlerin yeterli pedagojik hazırlığa sahip olmaması,
- Öğretmenlerin yeni program felsefesine adaptasyonunun zaman alması,
- Öğrenme-öğretme süreçlerinin uygulamaya geçirilmesi ve sürekliliğinin sağlanmasının zor olması,
- Öğrenci farklılıklarına göre öğretim sürecinin uyarlanmasında yaşanan güçlükler,
- Ölçme-değerlendirme süreçlerinin geleneksel sınav odaklı olmaktan yeni yaklaşımlara geçişinde yaşanan adaptasyon sürecidir.

## **5. TYMM’NİN FEN EĞİTİMİ AÇISINDAN ULUSLARARASI KARŞILAŞTIRMASI**

TYMM’nin fen eğitimine dair yaklaşımı, OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)’nin Eğitim ve Becerilerin Geleceği 2030 (Future of Education and Skills 2030) çerçevesiyle benzerlik taşımaktadır. OECD raporunda öğrenci ajansı, yaşam boyu öğrenme, sürdürülebilir kalkınma, çevresel farkındalık gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır. Özellikle fen bilimlerinde öğrencilerin “bilimi anlamlandırma” ve “bilimi toplumsal bağlamla ilişkilendirme” becerileri vurgulanmakta olup TYMM’nin de benzer bir hedefi taşıdığı düşünülmektedir. Her iki model de öğrenci özerkliği, sorgulama temelli öğrenme, disiplinler arası yaklaşım ve değer merkezli öğretim ilkelerini vurgulamaktadır. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta, her ne kadar TYMM uluslararası modeller ile uyumlu görünse de yerel bağlam (öğretmen hazırlığı, altyapı, uygulama kültürü, vb.) açısından uygulanabilirliğin güçlü olması için özgün stratejilerin geliştirilmesi gerekliliğidir.

## 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Temelini yetkinlik, erdem, alan becerileri ve biçimlendirici değerlendirme üzerine kuran TYMM, öğrencileri pasif bilgi alıcısı olmaktan çıkarıp, bilimsel sürecin aktif, ahlaki sorumluluk sahibi ve üretken bir parçası haline getirmeyi amaçlamaktadır. Bu model, eğitim sürecine dört temel bütünlük kavramı ile yaklaşır: ontolojik bütünlük (ruh ve beden bütünlüğü), epistemolojik bütünlük (bilgi ve bilgelik), zamansal bütünlük (geçmişten geleceğe eğitim) ve aksiyolojik olgunluk (değerler, ahlaki bilinç ve estetik bakış açısı). Fen eğitimi, bu bütünlük arayışında merkezi bir rol üstlenir. TYMM, fen eğitimi alanında sadece bir müfredat yeniliği değil aynı zamanda bilimsel süreçleri, toplumsal değerleri ve becerileri bütünleştiren epistemolojik bir dönüşüm ve pedagojik olarak yeni bir öğretim-öğrenme paradigmasını temsil etmektedir. Belirtilen epistemolojik değişim, fen eğitiminde bilginin ezberlenmesinden ziyade bilimsel sürecin bizzat deneyimlenmesine doğru bir kaymayı işaret eder. Bu model, bilginin yalnızca aktarılacak bir içerik değil; öğrenci tarafından üretilecek, yorumlanacak ve uygulamaya geçirilecek bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. TYMM'nin fen eğitimi yaklaşımı, FBAB'ler ile bilimsel sürecin her adımını somutlaştırmış, biçimlendirici değerlendirme ile öğrenmeyi sürekli destekleyen, sosyal-duygusal öğrenme ile de ahlaki bilinç kazandıran bütüncül bir yapı sunmaktadır. Model, sadece bilgi birikimi yüksek bireyler değil; aynı zamanda FBAB'leri etkin kullanan, bu bilgiyi toplumsal sorumlulukla harmanlayan, yetkin ve erdemli bilim okuryazarları yetiştirmeyi nihai hedef olarak benimsemiştir. Ayrıca, model, bu becerileri sadece genel ifadeler olarak bırakmamış ve her birini süreç bileşenleri ile detaylandırarak öğretmenlerin değerlendirme yaparken öznel yorumlardan kaçınmasına yardımcı olan bir nesnellik oluşturmuştur. Bu sistematik yapı, geleneksel testlerin ölçemediği uygulama ve analiz düzeyindeki bilişsel süreçleri izlemeyi mümkün kılacağı düşünülmektedir (Kadırhan & Şat, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer; 2024; Arslankara & Arslankara 2024).

TYMM, sosyal-duygusal öğrenme (SDÖ) becerilerini programlar arası temel bir bileşen olarak benimsemiş olup, doğası gereği iş birliğini ve etik muhakemeyi gerektiren fen eğitimi SDÖ entegrasyonu için güçlü bir platform olarak düşünülmüştür. Modelin bu yönü, 21. yüzyıl becerileri açısından önemli bir artı olarak değerlendirilmekle birlikte, değerlerin ve erdemlerin eylem kısmının ölçülmesinin zorluğu eleştirilebilmektedir. Sosyal ilişkilerin yanı sıra

öğrencinin kendi öğrenme sürecini yönetmesini de sağlayan SDÖ, öz düzenleme becerisini de kapsar. TYMM, bu bağlamda merak, bağımsızlık, azim ve kararlılık gibi benlik eğilimleri ile gerçeği arama, analitiklik, sistematik olma gibi entelektüel eğilimleri de fen dersi süreçlerine dâhil eder. FBAB (özellikle FBAB7 ve FBAB6), bu eğilimlerin pratiğe döküldüğü somut uygulama alanlarıdır (Kadırgan & Şat, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

TYMM, fen eğitimi aracılığıyla geleceğin sadece yetkin değil, aynı zamanda sorumlu vatandaşlarını yetiştirme misyonunu da üstlenmektedir. TYMM, çatı değerler olarak belirlenen adalet, saygı ve sorumluluk etrafında kümelenen erdem-değer-eylem çerçevesini fen konularına entegre etmeyi hedefler. Örneğin, sürdürülebilirlik ve çevre bilimi konularında, öğrencinin edindiği bilgi, sorumluluk değeri üzerinden eyleme (geri dönüşüm projesi, enerji tasarrufu planı, vb.) dönüştürülmelidir. Bu duyuşsal (aksiyolojik) beklenti, ölçme ve değerlendirme süreçlerinin bilişsel alandan duyuşsal alana doğru kaymasını zorunlu kılmaktadır (Kadırgan & Şat, 2025; Çelebi & Ekici, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

TYMM'nin fen eğitimi programındaki en radikal yeniliği, ölçme ve değerlendirmenin temel felsefesini değiştirmesidir. Bu yenilik ile, geleneksel sonuç odaklı değerlendirme (*Summatif*) yaklaşımı yerine, biçimlendirici değerlendirme (*Formative Assessment*) esas alınmıştır. TYMM'nin fen eğitiminde getirdiği bu köklü değişim, teorik düzeyde büyük bir potansiyel barındırır da uygulama ve etki açısından bazı kritik soruları ve zorlukları beraberinde getirmektedir. Örneğin, TYMM, kazanım sayısını azaltarak içeriği hafifletmeyi hedeflemiş olup, bu azaltma teorik olarak uluslararası sınavlardaki öğrenci performansına olumlu etki edebileceği gibi “öğrenme çıktısı” etiketleri altında gizlenmiş FBAB süreç bileşenlerinin sayısındaki artışla dengelenip dengelenmediği bir tartışma konusudur. Eğer öğretmenler, sadeleşmiş içeriği derinlemesine ve FBAB temelli işlemekte zorlanırsa, amaçlanan hafifleme gerçekleşmeyebilir. Biçimlendirici değerlendirmenin başarısı, öğretmenin gözlem, kayıt tutma ve etkili geri bildirim sağlama yeteneğine doğrudan bağlıdır. Ancak, sınıf mevcudunun yüksek olduğu ortamlarda, her öğrencinin FBAB sürecini detaylı kontrol listeleriyle gözlemlemek ve anında spesifik geri

bildirim sağlamak (özellikle FBAB7 ve FBAB6 gibi uzun süreçli becerilerde), öğretmenler için sürdürülebilirlik açısından büyük bir zorluk teşkil edecektir. Bunun yanı sıra, merkezi sınavların (LGS, YKS, vb.) yapısı ve içeriği tam olarak bu yeni beceri odaklı felsefeye uygun şekilde dönüştürülmedikçe, okullar ve öğrenciler sonuç odaklı (*summatif*) değerlendirme yaklaşımlarından tamamen uzaklaşmakta zorlanacaktır. Bu durum, biçimlendirici değerlendirme çabalarının etkinliğini düşüren temel bir uygulama ikilemi oluşturacaktır (Kadırgan & Şat, 2025; Çelebi & Ekici, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

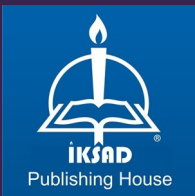
Nihai değerlendirme olarak, fen eğitiminde ölçme ve değerlendirmenin başarısı, geleneksel notlandırmadan ziyade FBAB'lerin süreç bileşenlerine odaklanarak sürekli gelişim kültürünü yerleştirmesine bağlıdır. Modelin aksiyolojik beklentileri (SDÖ ve değerler) ile bilişsel beklentileri (FBAB) arasındaki organik bağ, fen eğitimine etik ve toplumsal bir derinlik katmaktadır. Bu modelin başarıya ulaşması için, öğretmen yeterliliklerinin derinleştirilmesi, ölçme araçlarının merkezileştirilmesi ve dış sınavların modele uyumlaştırılması gerekmektedir. TYMM, Türk eğitim tarihi için iddialı bir mihenk taşı olmuştur, ancak teorik çerçevedeki mükemmeliyetin pratiğe yansımaları, özellikle fen eğitiminde titiz izleme, sürekli değerlendirme ve kanıta dayalı iyileştirme süreçlerine bağlı olacaktır (Kadırgan & Şat, 2025; Akpınar ve ark., 2024; Berk & Özer, 2024; Arslankara & Arslankara 2024; Akpınar & Köksalan, 2024; Karataş, 2024).

## KAYNAKÇA

- Akpınar, B. & Köksalan, B. (2024). Eğitimde Maarif ve Müfredat Yenileme İhtiyacı: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Üzerinden Teorik Bir Analiz. *Journal of History School*, 68, 27-48. <http://dx.doi.org/10.29228/Joh.74735>
- Akpınar, B., Özer, B., Oral, B. & Köksalan, B. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinin program geliştirme ve felsefi düzleminden analizi. *EKEV Akademi Dergisi* (99), 59-73. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1489135>
- Arslankara, V.B., & Arslankara, E. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin Felsefi Temelleri: Ontolojik, Epistemolojik ve Aksiyolojik Bakış Açılarından Bir Değerlendirme. *Istanbul Education Journal*, 1(1), 121-145. <https://doi.org/10.71270/istanbulegitim.istj.1557889>
- Berk, Ş., & Özer, B. (2024). “Türkiye Yüzyılı” Maarif Modeli (Tyymm) Öğretim Programlarına İlişkin Nitel Bir Değerlendirme. *Journal of History School (JOHS)*, 17(73), 3241-3256. <http://dx.doi.org/10.29228/joh.78177>
- Bilir, U. (2025). Türkiye’de 2018 ve 2024 Yılları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Temel Öğeler Açısından Karşılaştırılması. *Millî Eğitim*, 54(246), sayfa 793-836. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1532604>
- Bloom, B., Englehart, M. Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. New York, Toronto: Longmans, Green.
- Çelebi, M.E., & Ekici, F.T. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde Fen Bilimleri Öğretim Programında Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile İlişkisi. *Denizli İl Millî Eğitim Müdürlüğü Bilim ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 29-39. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/5086218>
- Duyul, S., Duyul, Y., Kesman, M., & Kesman, M. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Konusunda Öğretmen Görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 5(3), 20262. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15002346>
- Efe, M.E. (2024). The Century Of Türkiye Maarif Model: A Perspective on Cultural Values and Digitalization in Education. *Route Educational & Social Science Journal*, 11(6), 213-224. <http://dx.doi.org/10.17121/ressjournal.3606>



- Kadırhan, Z., & Şat, M. (2025). A review of studies on the Türkiye Century Maarif Model. *Primary Education*, 27: 84-105. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1532604>
- Karataş, İ.H., (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Hakkında. *Cres Journal Critical Reviews in Educational Sciences*, 5(1), 6-11. <https://dergipark.org.tr/en/pub/alanyazin/issue/82657/1486956>
- Kırçıl, R.U., & Sağır, Ş.U. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin Sınıf İçi Yansımaları: Öğretmen Görüşleri. *Erciyes Journal of Education*, 9(1), 24-46. <https://doi.org/10.32433/eje.1673094>
- Kratwohl, D. R., Bloom, B. S. ve Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goals-Handbook II: Affective Domain*. New York: McKay.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli – Genel Bakış*. Ankara: MEB Yayınları. <https://tymm.meb.gov.tr/>
- OECD. (2021). *\*Education at a glance 2021: OECD indicators\**. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *\*Education at a glance 2023: OECD indicators\**. OECD Publishing.
- OECD. (2024). *AI in education: Trends, policies and practices in OECD countries*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education>.
- Öztürk, D., & Demir, C. (2023). Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi: Bir Metasentez Çalışması. *Elektronik ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(87), 1094-1111. <https://doi.org/10.17755/esosder.1262784>
- Torun, B., & Karamustafaoğlu, O. (2025). 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarının Temel Öğeler Bakımından Karşılaştırılması. *Trakya Eğitim Dergisi*, 15(Özel Sayı), 346–388. <https://doi.org/10.24315/tred.1614676>
- Yıldırım, Y., & Çalışkan, A. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin 21. Yüzyıl İnsan Profili Açısından Değerlendirilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 13(26), 204–220. <https://doi.org/10.55605/ejedus.1548121>



**ISBN: 978-625-378-412-6**