

TÜRKİYE VE DÜNYADA FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Ayşe BİRHANLI

yaz
yayınları

Türkiye ve Dünyada Fen Bilgisi Eğitimi

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Ayşe BİRHANLI

yaz
yayınları

2025

Türkiye ve Dünyada Fen Bilgisi Eğitimi

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Ayşe BİRHANLI

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8678-03-1

Aralık 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Deneyisel Fen Öğretiminin Sorunları ve Çözüm Yolları: Alan Yazın Destekli Bir İnceleme	1
<i>Ayşe BİRHANLI</i>	
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalığı: Bilgi Düzeyi, Güvenlik Algısı ve Çevresel Risklerin Analizi.....	22
<i>Sevgül ÇALIŞ</i>	
Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Küresel Isınmaya İlişkin Bilgileri, Tutumları ve Çevre Dostu Davranışları.....	36
<i>Pınar UĞUR, Oylum ÇAVDAR</i>	
Fen Eğitiminde Mobil Artırılmış Gerçeklik Kullanımı ..	62
<i>Selin YILDIZ, Gamze YILDIZ</i>	
Fen Eğitiminde Dijital Hikaye Kullanımı	85
<i>Selin YILDIZ, Zeynep Sena GÜN</i>	
Fen Eğitimi Özelinde Öz Yansıtma Becerileri.....	102
<i>Ahmet BOLAT</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

DENEYSEL FEN ÖĞRETİMİNİN SORUNLARI VE ÇÖZÜM YOLLARI: ALANYAZIN DESTEKLİ BİR İNCELEME

Ayşe BİRHANLI¹

1. GİRİŞ

Fen eğitiminin temel özelliklerinden biri, öğrenme-öğretme sürecinin ayrılmaz bir bileşeni olarak deneysel etkinliklere ve laboratuvar çalışmalarına sistemli biçimde yer verilmesidir. Deneysel fen öğretimi, öğrencilerin doğa olaylarını doğrudan gözlemleyebildikleri, hipotez kurabildikleri, veri toplayıp bu verileri yorumlayabildikleri ve bu süreçte bilimsel süreç becerilerini kullanarak kanıta dayalı çıkarımlar geliştirebildikleri bir öğrenme zemini sunar (Hofstein & Lunetta, 2004). Bu bağlamda laboratuvar, yalnızca deneylerin yürütüldüğü fiziksel bir mekân değil; öğrencilerin bilimin doğasına, bilimsel kanıt kavramına ve bilimsel akıl yürütmeye ilişkin anlayışlarını etkin katılım ve deneyim yoluyla inşa ettikleri özgün bir öğrenme bağlamı olarak ele alınmaktadır (Hofstein & Lunetta, 2004; Lunetta, Hofstein, & Clough, 2007).

Uluslararası alanyazında laboratuvar çalışmalarının; kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri, problem çözme, fen dersine yönelik tutum ve motivasyon gibi çok boyutlu çıktıları destekleme potansiyeline sahip önemli bir öğrenme ortamı olarak konumlandırıldığı görülmektedir (Abrahams & Millar, 2008; Leite & Dourado, 2013; Millar & Abrahams, 2009). Bununla birlikte, bu potansiyelin her zaman sınıf içi

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği, ORCID: 0000-0003-0870-1226.

uygulamalara tam anlamıyla yansımadağı; pek çok durumda laboratuvar etkinliklerinin “deney yönergesinin adımlarını izletme” düzeyinde kaldığı, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini derinleştirmek ve sorgulamaya dayalı düşünmelerini desteklemek konusunda sınırlı kaldığı da vurgulanmaktadır (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein & Lunetta, 2004).

Türkiye bağlamında fen bilimleri öğretim programlarında deneysel etkinliklere önemli ölçüde yer verilmesine karşın, uygulamada birçok öğretmenin laboratuvar olanaklarının yetersizliği, kalabalık sınıflar, ders saatlerinin sınırlılığı ve müfredat yoğunluğu, laboratuvar güvenliğine ilişkin kaygılar ve sınav odaklı ölçme-değerlendirme baskısı gibi nedenlerle deneysel uygulamaları istenen düzeyde gerçekleştiremedikleri bildirilmektedir (Balbağ & Karaer, 2016; Demir, Büyük, & Koç, 2012; Güneş, Şener, Topal Germi, & Can, 2013).

2. DENEYSEL FEN ÖĞRETİMİNİN AMAÇLARI

Deneysel fen öğretiminin temel amacı, öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin kavramsal bilgileri soyut düzeyde ezberlemeleri yerine, bu bilgileri somut deneyimler aracılığıyla anlamlandırarak yapılandırmalarına ve bu süreçte bilimin doğasını daha derinlemesine kavramalarına olanak sağlamaktır. Laboratuvar ortamında yürütülen çalışmaların; bilimsel kavramların anlamlı öğrenilmesine katkıda bulunma, bilimsel süreç becerilerini (gözlem, ölçme, sınıflama, hipotez kurma, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, veri toplama ve yorumlama vb.) geliştirme, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey bilişsel becerileri destekleme, fen okuryazarlığını güçlendirme ve fen dersine yönelik olumlu tutumların oluşumuna katkıda bulunma şeklinde çok boyutlu

işlevlere sahip olduğu belirtilmektedir (Aydoğdu, 2009; Hofstein & Lunetta, 2004; Yıldız, Akpınar, Aydoğdu, & Ergin, 2006).

Yapılandırmacı öğrenme kuramının fen eğitiminde etkinlik kazanmasıyla birlikte, deneysel fen öğretiminde “yaparak-yaşayarak öğrenme” ve “sorgulamaya dayalı öğrenme” yaklaşımları ön plana çıkmıştır (Ayas et al., 1997; Çepni et al., 2005). Bu çerçevede laboratuvarlar, öğrencilerin kendi önbilgilerini harekete geçirerek tahminlerde bulundukları, sistematik gözlemler yaptıkları, topladıkları verileri yorumlayarak açıklamalar geliştirdikleri ve akranlarıyla bilimsel argüman temelli tartışmalara girdikleri sosyal-epistemik öğrenme ortamları olarak tasarlanmaktadır (Lunetta et al., 2007).

Öte yandan, deneysel etkinliklerin yalnızca “ellerin çalıştığı” mekanik uygulamalar şeklinde kalması durumunda, beklenen bilişsel ve duyuşsal kazanımların ortaya çıkması güçleşmektedir. Millar ve Abrahams (2009) bu noktada, deneysel çalışmaların hem “hands-on” hem de “minds-on” özellik taşıması gerektiğini vurgulamakta; başka bir ifadeyle, öğrencilerin fiziksel olarak etkin oldukları kadar zihinsel olarak da etkin kılınmalarının önemine dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, deneysel etkinliklerin hangi amaçla gerçekleştirildiğinin (örneğin bir kavramı somutlaştırma, belirli bir prosedürü öğretme, bilimsel araştırma sürecini deneyimletme vb.) önceden açık biçimde tanımlanması ve bu amaçlarla tutarlı bir öğretim tasarımının yapılması gerektiği belirtilmektedir (Millar & Abrahams, 2009; Millar, 2010).

3. DENEYSEL FEN ÖĞRETİMİNİN SORUNLARI

3.1. Fen Laboratuvarlarında Fiziksel Altyapı, Donanım Yetersizlikleri

Türkiye’deki okullar incelendiğinde, fen laboratuvarlarının sayısı, fiziksel koşulları ve donanım düzeyi bakımından oldukça heterojen bir tabloyla karşılaşıldığı görülmektedir. Fen ve teknoloji dersi öğretmenleriyle yürütülen araştırmalar, pek çok okulda laboratuvarların deneysel etkinlikleri sürdürebilmek için gerekli araç-gereç, sarf malzeme ve güvenlik ekipmanı açısından yetersiz olduğunu ve bu durumun laboratuvar kullanımını önemli ölçüde sınırladığını ortaya koymaktadır (Demir et al., 2012; Güneş et al., 2013).

Öğrencilerin önemli bir bölümü, laboratuvar araç-gereç yetersizliği nedeniyle programda öngörülen deneylerin önemli bir kısmının uygulanamadığını; öğretmenlerin de laboratuvar olanaklarının ve malzemelerin yetersizliğini gerekçe göstererek deney yapmayı sınırladıklarını ifade etmektedir (Güneş et al., 2013). Benzer şekilde, fen bilgisi öğretmen adayları da fizik ve kimya laboratuvarlarına ilişkin deneyimlerini aktarırken malzemeleri tanıma ve kullanma konusunda yetersizlik, eksik ya da arızalı araç-gereçler, kullanışsız çalışma masaları ve sınırlı laboratuvar alanı gibi sorunların yanı sıra, laboratuvar ortamının küçük, dağınık ve düzensiz olması, malzemelerin düzensiz ve kirli biçimde depolanması gibi fiziksel koşullardan sıkça rahatsız olduklarını belirtmektedir (Evren Yapıcıoğlu & Yurttaş Kumlu, 2017; Yurttaş Kumlu, 2022). Bu tür altyapısal yetersizlikler, yalnızca deneysel etkinliklerin sayısını ve çeşitliliğini sınırlamakla kalmamakta, aynı zamanda laboratuvar güvenliği boyutunu da doğrudan zayıflatmaktadır. Okullarda laboratuvarların havalandırma sistemi, ilk yardım malzemeleri, tehlikeli kimyasalların uygun biçimde depolanması ve elektrik donanımının güvenliği gibi temel unsurlar açısından yetersiz

olması, öğretmenlerin hem öğrenci güvenliği hem de araç-gereçlere zarar verme konusunda kaygı duymalarına ve bu nedenle laboratuvarı daha az sıklıkta, daha çok öğretmen gösterisine dayalı, kontrollü ve düşük riskli etkinliklerle kullanmalarına yol açabilmektedir (Uluçınar, Doğan, & Kaya, 2008). Benzer şekilde, fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar güvenlik önlemleri, koruyucu donanım ve güvenli çalışma ilkelerine ilişkin bilgi düzeylerindeki eksiklikler de, güvenlik kültürünün sınıf içi uygulamalara tam olarak yansımamasına ve öğretmenlerin risk almaktan kaçınan, daha sınırlı ve düşük riskli deneysel etkinliklere yönelmelerine neden olabilmektedir (Kaçar, Yayla, & Türkoğuz, 2021).

3.2. Program Yoğunluğu ve Zaman Kısıtları

Fen bilimleri öğretim programlarının yoğunluğu, kazanım sayısının fazlalığı ve haftalık ders saatlerinin sınırlı oluşu, deneysel etkinliklere ayrılacak süreyi önemli ölçüde kısıtlamaktadır. Pek çok öğretmen, laboratuvar da bir deneyin hazırlanması, öğrencilere açıklanması, uygulanması ve sonrasında laboratuvarın toparlanması için gereken sürenin mevcut ders saatleriyle örtüşmediğini; bu nedenle programda öngörülen deneyleri sadeleştirmek, sayılarını azaltmak ya da kimi zaman tamamen iptal etmek durumunda kaldıklarını ifade etmektedir (Balbağ & Karaer, 2016; Demir et al., 2012).

Balbağ ve Karaer (2016), fen bilgisi öğretmenlerinin fen öğretiminde programın yoğunluğu, kalabalık sınıf mevcutları ve sınav odaklı eğitim sistemi nedeniyle deneylere yönelik hedef davranışları gerçekleştirmekte zorlandıklarını rapor etmektedir. Benzer şekilde, farklı ülkelerde yürütülen araştırmaları derleyen çalışmalar da, yoğun program yapısı, zaman kısıtları ve sınav baskısını laboratuvar çalışmalarının ikinci plana itilmesinin temel nedenleri arasında göstermektedir (Hofstein & Lunetta, 2004).

3.3. Öğretmen ve Öğretmen Adayı Yeterliklerine İlişkin Sorunlar

Deneyisel fen öğretiminin kalitesi, büyük ölçüde öğretmenlerin laboratuvar kullanma becerileri, pedagojik alan bilgileri ve laboratuvar temelli öğretime yönelik tutumlarıyla ilişkilidir (Lunetta et al., 2007; Yıldız et al., 2006). Türkiye’de yapılan çalışmalar, fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin önemli bir bölümünün laboratuvar kullanımı ve deney tasarımı konusunda kendilerini yeterince donanımlı hissetmediklerini; özellikle yeni deney teknikleri, laboratuvar güvenliği, teknoloji entegrasyonu ve sorgulamaya dayalı etkinlik tasarımı gibi konularda sınırlı hizmet içi eğitim aldıklarını ortaya koymaktadır (Balbağ & Karaer, 2016; Demir et al., 2012).

Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülen araştırmalar da benzer bir görünümü desteklemektedir. Can (2012), fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarına yönelik düşüncelerini cinsiyet, öğretim türü, sınıf düzeyi ve lise laboratuvar deneyimleri gibi değişkenler açısından incelemekte ve öğretmen adaylarının önemli bir bölümünün laboratuvar deneyimlerini nicelik ve nitelik bakımından sınırlı gördüğünü ortaya koymaktadır. Evren Yapıcıoğlu ve Yurttaş Kumlu (2017) ise öğretmen adaylarının fizik laboratuvarında karşılaştıkları başlıca sorunlar arasında; malzemeleri tanımada zorlanma, deney yönergelerini anlamada güçlük, temel teorik bilgiye ilişkin kaynak yetersizliği ve önceki eğitim yaşamlarında yeterli laboratuvar deneyimi yaşamamış olmalarını vurgulamaktadır.

3.4. Sınıf Yönetimi ve Öğrenci Katılımına İlişkin Güçlükler

Deneyisel fen öğretimi, öğrencilerin derse etkin katılımını gerektirdiğinden, sınıf yönetimi açısından öğretmenlere ek sorumluluklar yüklemektedir. Özellikle kalabalık sınıflarda, öğrencilerin aynı anda deney yapmalarını organize etmek,

güvenlik kurallarına uyumu denetlemek ve her bir öğrencinin öğrenme sürecini yakından izlemek oldukça güç olabilmektedir. Türkiye’de yapılan araştırmalar, fen bilgisi öğretmenlerinin fen bilimleri dersi kapsamında yürüttükleri deneysel etkinliklerde sınıf yönetimi, istenmeyen öğrenci davranışları, dikkat dağınıklığı ve zamanı etkili yönetme konularında sıkıntı yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Balbağ & Karaer, 2016).

Öğrencilerin fen dersine ve laboratuvar uygulamalarına yönelik geçmiş deneyimleri ve mevcut tutumları da sürecin niteliğini doğrudan etkilemektedir. Çoğu sınıfta öğrenciler, uzun süre öğretmen merkezli ve anlatıma dayalı derslerle karşılaştıkları için, bir anda “pasif dinleyici” rolünden “aktif araştırmacı” rolüne geçmekte zorlanabilmektedir. Laboratuvar etkinliklerinin problem çözme ve “bilim yapma” süreçlerine katılımı destekleyecek biçimde tasarlanması, öğrencilerin bu yeni role uyumunu kolaylaştırmaktadır (Leite & Dourado, 2013; Lunetta et al., 2007). Bununla birlikte, bazı öğrencilerin laboratuvar ortamında hata yapmaktan çekinmeleri ve hatayı öğrenme sürecinin doğal bir parçası olarak görememeleri, deneysel süreçte risk almalarını ve yaratıcı problem çözme davranışları sergilemelerini sınırlayabilmektedir (Lunetta et al., 2007).

3.5. Fen Laboratuvarlarında Güvenlik Kültürü ve Risk Yönetimi

Fen laboratuvarlarında kimyasal maddeler, cam malzemeler, ısı kaynakları ve elektrikli cihazlar gibi farklı risk unsurlarının bulunması, güvenlik kültürünün hem öğretmen hem de öğrenciler açısından içselleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte, gerek öğretmenler gerekse öğretmen adayları üzerinde yürütülen çalışmalar, laboratuvar güvenliği konusunda bilgi ve farkındalık düzeylerinin çoğu zaman yeterli olmadığını; güvenlik kurallarının ve protokollerinin planlanması ve

uygulanmasında çeşitli güçlükler yaşandığını ortaya koymaktadır (Demir, 2016; Kaçar et al., 2021; Kırbaşlar, Güneş, & Derelioğlu, 2010).

Güvenlik ekipmanlarının yetersizliği, sınıfların kalabalık oluşu ve laboratuvarların fiziksel koşullarının ideal standartların altında olması, öğretmenlerin laboratuvar da risk almaktan kaçınmasına yol açmakta; bu durum, öğrencilerin daha bağımsız kararlar alabildiği, açık uçlu ve araştırma temelli deneylerin sayısının sınırlı kalmasına neden olabilmektedir (Aydoğdu, 2009; Balbağ & Karaer, 2016; Güneş et al., 2013).

3.6. Teori–Uygulama Bütünleşmesindeki Sorunlar

Alanyazında sıkça vurgulanan başka bir sorun, teorik dersler ile laboratuvar uygulamaları arasındaki kopukluktur. Fen bilgisi öğretmen adayları, fizik laboratuvarında karşılaştıkları sorunlar arasında teorik ders ile laboratuvar dersinin uyumsuzluğunu ve deney yönergelerinin anlaşılır olmamasını da dile getirmektedir (Evren Yapıcıoğlu & Yurttaş Kumlu, 2017). Benzer biçimde, genel kimya laboratuvar çevresine yönelik algıları inceleyen çalışmalar, öğretmen adaylarının laboratuvar ortamını “açık uçluluk” ve “bütünleşme” boyutlarında farklı biçimlerde algıladıklarını göstermekte; bu da laboratuvar etkinliklerinin teorik derslerle ne ölçüde bütünleştirildiği ve öğrencilere ne denli bağımsız düşünme ve alternatif çözüm yolları geliştirme olanağı tanıdığına ilişkin algıların homojen olmadığını ortaya koymaktadır (Ceylan & Feyzioğlu, 2018).

Abrahams ve Millar (2008) ile Millar ve Abrahams (2009), okullarda yürütülen pratik çalışmaların çoğu zaman yalnızca “bir olguyu göstermek” için kullanıldığını; öğrencilerin gözlemlerini ilgili bilimsel kavramlar, modeller ve teorilerle ilişkilendirmelerine yeterince süre ve rehberlik ayrıldığını belirtmektedir. Bu durum, deneysel etkinliklerin bilişsel talebinin görece düşük kalmasına, öğrencilerin kavram

yanılığlarının giderilmesinde beklenen düzeyde etkili olmamasına ve laboratuvarların kimi zaman “öğrenmeyi derinleştiren” bir ortamdan çok, “programda yer aldığı için yapılması gereken” etkinlikler olarak algılanmasına yol açabilmektedir (Abrahams & Millar, 2008; Millar & Abrahams, 2009).

3.7. Ölçme-Değerlendirme Sınırlılıkları

Deneyisel fen öğretiminde ölçme-değerlendirme uygulamalarında, çoğu zaman laboratuvar raporlarının biçimsel özelliklerine (raporun zamanında teslimi, yazım kurallarına uygunluk, tablo ve grafiklerin düzeni vb.) daha fazla ağırlık verildiği; buna karşın öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, sorgulama yeterlikleri, işbirliği ve bilimsel muhakeme becerilerinin daha sistematik ve çok boyutlu biçimde değerlendirilmesinin ihmal edildiği belirtilmektedir (Yeşilyurt, 2012).

Abrahams ve Millar (2008), pratik çalışmaların etkililiğini tartışırken iki düzeyden söz eder: Birinci düzey, öğrencilerin deney sırasında fiilen ne yaptıkları ve ne gözlemledikleri; ikinci düzey ise bu deneysel deneyimlerden ne öğrendikleri ve bu öğrenmeyi ilgili kavram, model ve teorilerle nasıl ilişkilendirdikleridir. Türkiye’deki sınıf içi uygulamalara bakıldığında, çoğu zaman birinci düzeyin, yani deneyin teknik olarak sorunsuz yürütülmesinin ön plana çıktığı; buna karşılık ikinci düzey olan kavramsal öğrenme ve bilimsel akıl yürütmenin, özellikle ölçme-değerlendirme süreçlerinde görece geri planda kaldığı söylenebilir. Sınav odaklı eğitim sistemiyle birleştiğinde bu tablo, öğretmenleri çoktan seçmeli sınavlara ağırlık vermeye yöneltmekte ve deneysel etkinliklerin ölçme-değerlendirme sürecine anlamlı biçimde entegre edilmesini zorlaştırmaktadır (Balbağ & Karaer, 2016).

4. ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Deneyisel fen öğretiminde karşılaşılan sorunlar, tek bir düzeyde alınacak kararlarla giderilebilecek basit aksaklıklar değildir. Programın yapısından okulun fiziksel koşullarına, öğretmen yetiştirmeden sınıf içi uygulamalara uzanan çok katmanlı bir yapı söz konusudur. Bu nedenle, çözüm önerilerinin; politika ve program geliştirme, okul ve laboratuvar yönetimi, öğretmen yetiştirme ve mesleki gelişim, öğretim tasarımı ve ölçme-değerlendirme ile kapsayıcı ve erişilebilir öğrenme ortamları gibi boyutlarda bütüncül biçimde ele alınması gerekmektedir.

4.1. Deneyisel Fen Öğretiminin Geliştirilmesine Yönelik Politika ve Uygulama Önerileri

Fen bilimleri öğretim programlarında yer alan deneyisel kazanımların sayısı, düzeyi ve derinliği yeniden gözden geçirilmelidir. Her sınıf düzeyi için, öğrencilerin gerçekten deneyimlemesi hedeflenen “çekirdek” deneyisel etkinlikler açık biçimde tanımlanmalı ve bu etkinliklere ayrılacak süre programda görünür hale getirilmelidir. Bu etkinliklerin yalnızca gösteri deneylerinden ibaret olmaması; öğrencilerin değişkenleri belirlediği ve kontrol ettiği, hipotez test ettiği ve elde ettiği verileri yorumladığı sorgulamaya dayalı çalışmalar olarak kurgulanması önem taşımaktadır (Hofstein & Lunetta, 2004; Millar, 2010).

Demir ve meslektaşlarının (2012) çalışmasında, fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin deney yapma ve laboratuvar kullanımı önündeki en önemli engellerin okullardaki donanım yetersizliği ile ders süresi sınırlılığı olduğu; buna karşın öğretmenlerin laboratuvarların yararlılığına ilişkin görüşlerinin büyük ölçüde olumlu olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, laboratuvar koşullarının iyileştirilmesi ve öğretmenlere yönelik destekleyici hizmet içi eğitimlerin sağlanmasının, öğretmenlerin

laboratuvar uygulamalarını daha sık ve istekli biçimde kullanmaları açısından kritik olduğunu düşündürmektedir

4.2. Laboratuvar Yönetimi ve Malzeme Organizasyonu Bakımından Öneriler

Okul düzeyinde fen laboratuvarlarının planlanması, malzeme yönetimi, bakım-onarım ve güvenlik süreçlerinden sorumlu bir “laboratuvar koordinatörü”nün (fen bilimleri öğretmeni ya da bu alanda yetişmiş teknik personel) görevlendirilmesi, laboratuvar işleyişinin daha sistematik ve sürdürülebilir biçimde yürütülmesine katkı sağlayabilir. Öğretmenlerin deney planlama ve uygulama süreçlerinde bu koordinatörle iş birliği içinde çalışması, hem laboratuvar kullanımında sürekliliğin sağlanmasına hem de güvenlik ve düzenin korunmasına önemli ölçüde destek sunacaktır.

Evren Yapıcıoğlu ve Yurttaş Kumlu’nun (2017) çalışmasında öğretmen adaylarının dile getirdiği malzemelerin türlerine göre gruplanması, açık ve anlaşılır biçimde etiketlenmesi, deney gruplarına göre setler halinde düzenlenmesi ve günlük yaşamdan materyal kullanımının teşvik edilmesi gibi öneriler, okul düzeyinde standart uygulamalar haline getirilebilir. Böyle bir malzeme yönetimi, hem ders öncesi hazırlık sürecini hızlandırabilir hem de laboratuvarın öğretmenler ve öğrenciler açısından daha işlevsel ve erişilebilir bir öğrenme mekânı haline gelmesine katkı sağlayabilir.

Fen laboratuvarlarının ders programı ile uyumlu bir şekilde kullanılabilmesi için yıllık ve/veya haftalık bir laboratuvar kullanım takvimi oluşturulmalı; farklı şubelerin deneyleri için ortak deney setleri planlanmalıdır. Bu tür bir planlama, malzeme israfının azaltılmasına, öğretmenler arasında koordinasyonun güçlenmesine ve laboratuvarın düzenli biçimde kullanılmasına önemli ölçüde katkı sağlayabilir.

4.3. Öğretmen Yetiştirme ve Mesleki Gelişim Düzeyinde Öneriler

Fen bilgisi öğretmenliği lisans programlarında yer alan “Genel Kimya/Fizik/Biyoloji Laboratuvarı” ve “Fen Öğretiminde Laboratuvar Uygulamaları” gibi derslerin içerikleri yeniden yapılandırılmalıdır. Bu derslerde yalnızca deney prosedürlerinin uygulanmasına değil; yapılandırmacı ve sorgulamaya dayalı laboratuvar yaklaşımlarına, laboratuvar güvenliği eğitime, kapsayıcı ve erişilebilir laboratuvar tasarımına ve teknoloji entegrasyonuna ağırlık verilmesi önerilmektedir (Ceyhun & Karagölge, 2001; Çepni et al., 2005; Sukhai et al., 2014). Böylelikle öğretmen adaylarının, mezuniyet öncesinde farklı laboratuvar modellerini tanıma ve uygulama fırsatlarının artması beklenmektedir.

Hizmet içi eğitimler, deneysel fen öğretiminin niteliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Millar ve Abrahams’ın (2009) pratik etkinlik tasarımına ilişkin çerçevesinin tanıtıldığı ve uygulamaya dönüştürüldüğü atölye çalışmaları düzenlenebilir. Öğretmenlerin, deneysel etkinliklerinin amacını (örneğin kavramları somutlaştırma, belirli bir prosedürü öğretme, araştırma sürecini deneyimletme) açık biçimde tanımlamayı ve bu amaçlara uygun etkinlikler geliştirmeyi öğrenmeleri, laboratuvar uygulamalarının etkililiğinin artmasına önemli ölçüde katkı sağlayabilir.

4.4. Öğretim Tasarımı ve Öğrenme Süreci Düzeyinde Öneriler

Deneysel fen öğretiminde tahmin–gözlem–açıklama (TGA) gibi yapılandırılmış sorgulama çerçeveleri, öğrencilerin deneysel sürece etkin katılımını destekleyen işlevsel araçlar sunmaktadır. Yapılandırılmış–yönlendirilmiş–açık uçlu sorgulama basamaklarını içeren etkinlik tasarımları, öğrencilerin aşamalı olarak daha bağımsız araştırmacı rollerine geçmelerine

imkân tanır. TGA yaklaşımına dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerini artırmada etkili olduğuna ilişkin bulgular, Türkiye bağlamında da rapor edilmiştir (Bilen, 2009; Tokur, 2011; Bilen & Köse, 2012).

Millar ve Abrahams'ın (2009) modeline uygun olarak, her deneysel etkinlikten önce öğrencilerin fiziksel olarak ne yapacağı ve neyi gözlemleyeceği, bu deneyin hangi kavram veya modelle ilişkilendirileceği ve hangi bilimsel süreç becerilerinin öne çıkarılacağı netleştirilmelidir. Ders sürecinde bu bağlantıların açıkça kurulmasına zaman ayrılması, deneyin yalnızca “yapılmış olması”nın ötesine geçilmesine ve öğrencilerin gözlemleri ile bilimsel kavramlar arasında anlamlı ilişkiler kurmasına önemli ölçüde katkı sağlayabilir (Abrahams & Millar, 2008; Millar, 2010).

Altyapı yetersizliği sorunu tümüyle ortadan kaldırılamasa bile, öğretmenlerin günlük yaşamdan kolaylıkla temin edilebilen malzemelerle basit fakat pedagojik açıdan etkili deneyler tasarlamaları mümkündür. Özellikle basit elektrik devreleri, yoğunluk, basınç ve çözünürlük gibi konular için düşük maliyetli materyallerle geliştirilen etkinlikler, laboratuvar olanakları sınırlı okullarda önemli bir açığı kısmen kapatabilir. Güneş ve meslektaşlarının (2013) çalışmasında, bazı öğretmenlerin laboratuvar eksikliğini telafi etmek amacıyla yanlarında götürdükleri basit malzemelerle sınıflarda uygulama yaptıkları belirlenmiş; bu bulgular, söz konusu yaklaşımın daha sistematik biçimde planlanıp yaygınlaştırılmasının, özellikle laboratuvarı sınırlı okullarda uygulanabilir bir çözüm yolu olabileceğine işaret etmektedir.

Fiziksel laboratuvar olanaklarının sınırlı olduğu okullarda, sanal laboratuvar yazılımları ve simülasyonlar önemli bir destek işlevi üstlenebilir. Simülasyonlar, deney öncesinde

öğrencilerin süreç hakkında öngörü geliştirmelerini sağlayan hazırlık etkinlikleri olarak ya da deney sonrasında kavramsal pekiştirme amacıyla kullanılabilir. Kimya ve fen eğitimi alanındaki çalışmalar, sanal laboratuvarların bilişsel çıktılar açısından geleneksel laboratuvarlara en az onlar kadar etkili olabildiğini ve özellikle sanal ile yüz yüze laboratuvar deneyimlerinin birlikte planlandığı durumlarda kavramsal öğrenmenin güçlendiğini göstermektedir (Chan, Van Gerven, Dubois, & Bernaerts, 2021; Tatlı & Ayas, 2012; Widodo, Maria, & Fitriani, 2017).

4.5. Ölçme ve Değerlendirme Boyutunda Öneriler

Deneyisel fen öğretiminde değerlendirme, yalnızca laboratuvar raporunun teslimine ya da raporun biçimsel özelliklerine indirgenmemeli; problem tanımlama, hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama, veri analizi, sonuç çıkarma ve yansıtma gibi süreç basamaklarını da kapsamalıdır. Bu amaçla geliştirilen analitik rubrikler, bir yandan öğretmene öğrencinin hangi aşamalarda desteğe ihtiyaç duyduğunu daha açık biçimde gösterirken, diğer yandan öğrenciye kendi öğrenme süreci hakkında daha ayrıntılı ve yapılandırılmış geri bildirim sunar.

Deneyisel etkinlikler sırasında öğretmenler, öğrencilerin düşünme süreçlerini görünür kılmaya yönelik biçimlendirici değerlendirme stratejileri kullanabilir. Açık uçlu sorular, kısa yazma etkinlikleri (örneğin sonuç ve yorum kartları) ve akran geri bildirimine dayalı küçük grup paylaşımları, öğrencilerin deneyisel süreçte neyi, nasıl düşündüklerini ortaya çıkarmaya ve öğretmenin bu düşünme süreçlerine anlık geri bildirim vermesine olanak tanır (Lunetta et al., 2007; Millar, 2010).

5. SONUÇ

Deneysel fen öğretimi, öğrencilerin fen okuryazarlığını, bilimsel süreç becerilerini ve bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını geliştiren temel bileşenlerden biridir. Uygun biçimde kurgulanan laboratuvar ortamları, öğrencilerin bilimsel düşünme biçimini deneyimleyebildikleri, kanıt temelli akıl yürütmeyi içselleştirebildikleri ve fen dersine yönelik olumlu tutum geliştirebildikleri güçlü öğrenme bağlamları sunar. Bununla birlikte, hem uluslararası hem de Türkiye bağlamında yürütülen araştırmalar, bu potansiyelin eğitim sistemlerinde farklı boyutlarıyla tam olarak hayata geçirilemediğini ortaya koymaktadır (Abrahams & Millar, 2008; Balbağ & Karaer, 2016; Demir et al., 2012; Güneş et al., 2013; Sukhai et al., 2014).

Bu bölümde ele alınan bulgular, deneysel fen öğretiminde karşılaşılan güçlüklerin yalnızca fiziksel altyapı ve donanım yetersizlikleriyle sınırlı olmadığını; öğretmen yeterlikleri, program yoğunluğu, ölçme-değerlendirme uygulamaları, sınıf yönetimi gibi boyutları da kapsayan geniş bir yelpazeye yayıldığını göstermektedir. Dolayısıyla, laboratuvar temelli öğretimin niteliğini artırmak için politika ve program düzeyinden okul ve laboratuvar yönetimine, öğretmen yetiştirmeden sınıf içi öğretim tasarımı ve ölçme-değerlendirme süreçlerine uzanan bütüncül bir dönüşüme ihtiyaç vardır.

Laboratuvarların yalnızca “deney yapılan mekânlar” olmaktan çıkarılarak, öğrencilerin bilimsel düşünceyi ve bilimin doğasını deneyimledikleri, farklı gereksinimleri olan tüm öğrenciler için erişilebilir, güvenli ve sorgulamaya dayalı öğrenme ortamları hâline gelmesi, fen eğitiminin niteliğinde sürdürülebilir bir iyileşme sağlayabilmenin temel koşullarından biri olarak görülmektedir. Bu dönüşümün gerçekleşebilmesi, karar vericilerin, okul yöneticilerinin, öğretim elemanlarının ve

öğretmenlerin ortak sorumluluk üstlenmelerini ve uzun soluklu bir değişim sürecini iş birliği içinde göğüslemelerini gerektirmektedir.

KAYNAKÇA

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). *Kimya öğretimi*. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları.
- Aydoğdu, B. (2009). *Fen ve teknoloji dersinde kullanılan farklı deney tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, bilimin doğasına yönelik görüşlerine, laboratuvara yönelik tutumlarına ve öğrenme yaklaşımlarına etkileri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Balbağ, M. Z., & Karaer, G. (2016). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen öğretiminde karşılaştıkları sorunlara yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 1–11.
- Bilen, K. (2009). *Tahmin et-gözle-açıkla yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal başarısına, bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bilen, K. ve Köse, S. (2012). Kavram öğretiminde etkili bir strateji: Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) “Bitkilerde büyüme ve gelişme”. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 123–136.

- Can, Ş. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarına yönelik düşüncelerinin cinsiyet, öğretim türü, sınıf düzeyi ve lise laboratuvar deneyimleri açısından araştırılması. *Journal of Turkish Science Education*, 9(1), 3–12.
- Ceyhun, İ., & Karagölge, Z. (2001). İlköğretim öğretmenlerinin yetiştirilmesinde fen bilgisi laboratuvarının önemi. *Eğitim ve Bilim*, 26(121), 37–40.
- Ceylan, A., & Feyzioğlu, B. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genel kimya laboratuvar çevresine yönelik algılarının incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 274–297.
- Chan, Van Gerven, Dubois & Bernaerts (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design, *Computers & Education Open*, 2, 100053.
- Çepni, S., Ayas, A., Akdeniz, A. R., Özmen, H., Yiğit, N., & Ayvaci, H. Ş. (2005). Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi (4. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Demir, S., Büyük, U., & Koç, A. (2012). Fen ve Teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar şartları ve kullanımına ilişkin görüşleri ile teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 66–79
- Demir, E. (2016). *Fen laboratuvarlarının fiziki şartlarının ve fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar güvenliği konusundaki bilgi düzeylerinin araştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Evren Yapıcıoğlu, A., & Yurttaş Kumlu, G. D. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarında karşılaştıkları sorunlar, çözüm yöntemleri ve önerileri. *Researcher: Social Science Studies*, 5(2), 1–15.
- Güneş, M. H., Şener, N., Topal Germi, N., & Can, N. (2013). Fen ve teknoloji dersinde laboratuvar kullanımına yönelik öğretmen ve öğrenci değerlendirmeleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 1–11.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Kaçar, S., Yayla, Z., & Türkoğuz, S. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar güvenlik önlemlerine ilişkin bilgi düzeyleri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 98–113
- Kırbaşlar, F. G., Güneş, Z. Ö., & Derelioğlu, Y. (2010). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Güvenliği Konusuna Yönelik Düşünce ve Bilgi Düzeylerinin Araştırılması. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(3), 801–818.
- Leite, L., & Dourado, L. (2013). Laboratory activities, science education and problem-solving skills. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677–1686.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393–441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Millar, R., & Abrahams, I. (2009). Practical work: Making it more effective. *School Science Review*, 91(334), 59–64.
- Millar, R. (2010). *Analysing practical science activities to assess and improve their effectiveness*. Hatfield: Association for Science Education. (Getting practical).
- Sukhai, M. A., Mohler, C. E., Doyle, T., Carson, E., Nieder, C., Levy-Pinto, D., Duffett, E., & Smith, F. (2014). *Creating an accessible science laboratory environment for students with disabilities*. Toronto, Canada: Council of Ontario Universities.
- Tatlı, Z., & Ayas, A. (2012). Virtual Chemistry Laboratory: Effect of Constructivist Learning Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13(1), 183–199.
- Tokur, F. (2011). *TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme gelişme konusunu anlamalarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Adıyaman Üniversitesi.
- Uluçınar, Ş., Doğan, A., & Kaya, O. N. (2008). Sınıf öğretmenlerinin fen öğretimi ve laboratuvar uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 485–494.
- Widodo, Maria & Fitriani (2017). Constructivist Learning Environment During Virtual and Real Laboratory Activities, *Biosaintifika*, 9(1), 11–18.
- Yeşilyurt, E. (2012). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin ölçme ve değerlendirme araçları ve uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 278–289.
- Yıldız, E., Akpınar, E., Aydoğdu, B., & Ergin, Ö. (2006). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen deneylerinin amaçlarına yönelik tutumları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 2–18.

Yurttaş Kumlu, G. D. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar ortamına yönelik görüşleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(1), 481–501.

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIĞI: BİLGİ DÜZEYİ, GÜVENLİK ALGISI VE ÇEVRESEL RİSKLERİN ANALİZİ

Sevgül ÇALIŞ¹

1. GİRİŞ

Nanoteknoloji, 21. yüzyılın en hızlı gelişen bilim ve teknoloji alanlarından biri olarak öne çıkmakta, sağlık, enerji, çevre, bilişim, savunma sanayii ve eğitim gibi birçok sektörde köklü değişimlere öncülük etmektedir (Göçmen, 2024). Nanoteknoloji, dünyada her alanda hızla popülerlik kazanırken, ülkemizde de öncelikle bilim çevrelerinde, ardından sanayi kuruluşlarında önemi vurgulanmaya başlanmıştır. Örneğin, nanoteknoloji geleneksel teknolojilere kıyasla çok daha yoğun temel bilimsel ve kuramsal araştırma gerektiren bir alan olarak tanımlanmaktadır (TÜBİTAK, 2006). Ayrıca, bir ülkenin nanoteknolojideki düzeyi, o ülkenin ekonomik ve teknolojik gücünün bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Çıracı, 2007; Bayındır, 2007). Nanobilim ve nanoteknoloji; maddelerin atomik ve moleküler ölçekte incelenmesi, yeni özelliklerin keşfedilmesi ve bu özelliklerin yenilikçi ürünlerde kullanılmasıyla ilgilenir (Çıracı, 2005). Bu alanların önemi, yalnızca bilimsel yeniliklerle sınırlı kalmayıp ülkelerin ekonomik büyüme, rekabet gücü ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle de doğrudan ilişkilidir (Bayındır, 2007; TÜBİTAK, 2006).

¹ Doç. Dr, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, ORCID: 0000-0002-5195-3210.

Türkiye’de nanoteknolojiye yönelik farkındalık, ilk olarak bilim çevrelerinde başlamış, kısa sürede sanayi kuruluşları ve kamu politikaları düzeyinde de stratejik bir öncelik hâline gelmiştir. TÜBİTAK’ın 2006–2025 Nanoteknoloji Strateji Belgesi’nde vurgulandığı üzere, ülkelerin bu alandaki ilerlemesi büyük ölçüde eğitim yatırımları ve nitelikli insan kaynağı yetiştirme kapasitesine bağlıdır. Bu doğrultuda, Türkiye’de çeşitli üniversitelerde yüksek lisans ve doktora düzeyinde nanoteknoloji programları açılmış, araştırma merkezleri kurulmuş ve öğretmen adaylarının bu alandaki bilgi ve farkındalıklarının artırılmasına yönelik ders içerikleri oluşturulmuştur (Tenekeciogil et al., 2025).

Uluslararası ölçekte ise nanoteknoloji eğitimi, yalnızca üniversitelerle sınırlı kalmayıp lise ve ortaöğretim düzeylerine kadar genişletilmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde ve ABD’de nanoteknoloji konularının fen müfredatına entegrasyonu, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını ve inovatif düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen bir eğitim politikası olarak uygulanmaktadır (Hingant & Albe, 2010; Al-Tamimi et al., 2024). Benzer biçimde, UNESCO’nun sürdürülebilir kalkınma için eğitim çerçevesinde (ESD 2030) nanoteknoloji ve yeşil inovasyon temaları ön plana çıkarılmaktadır.

Türkiye bağlamında öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin bilgi, farkındalık, tutum ve nano-literasi düzeylerini inceleyen araştırmalar sınırlı olmakla birlikte, son yıllarda bu konudaki çalışmalar artış göstermektedir. Göçmen ve Kaya (2023), fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik bilgi düzeylerinin orta, tutumlarının ise olumlu olduğunu; ancak bilgi ile tutum arasında negatif korelasyon bulunduğunu belirtmiştir. Bostancı Çalık ve Zor (2024) ise öğretmen adaylarının konuya yüksek ilgi gösterdiğini, fakat kavramsal anlamalarının yetersiz kaldığını raporlamıştır. Benzer biçimde, Al-Tamimi ve arkadaşları (2024) tarafından geliştirilen “nano-

literasi” eğitim modeli, öğretmenlerin karar verme ve uygulama becerilerinde belirgin gelişmeler sağladığını göstermektedir.

Bu bulgular, nanoteknoloji eğitiminin yalnızca teknik bilgi aktarımı değil, aynı zamanda eleştirel düşünme, çevresel farkındalık ve etik bilinç boyutlarını da içermesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji ve nanobilim konularındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi, hem gelecekteki öğrencilerin bilimsel farkındalıklarını artırmak hem de Türkiye’nin sürdürülebilir bilim politikalarına katkı sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin nanobilim ve nanoteknolojiye ilişkin bilgi düzeyleri ile nanoteknolojinin güvenli kullanımı, çevresel katkıları ve riskleri hakkındaki görüşlerini incelemektir. Bu kapsamda araştırmada, nanobilim kavramına yönelik öğrenci tanımları ve nanoyapılara dair bilgi düzeyleri ortaya konulmuştur. Çalışma, nanoteknolojiye yönelik farkındalık, algı ve bilgi yapısının bütüncül bir şekilde değerlendirilmesini hedeflemektedir.

1.1. Araştırma Problemi

Bu çalışma, aşağıdaki araştırma sorusuna yanıt aramayı hedeflemektedir:

- Öğrencilerin nanobilim ve nanoteknolojiye ilişkin bilgi düzeyleri ile nanoteknolojinin güvenli kullanımı, çevreye yönelik olumlu katkıları, olası çevresel riskleri, nanoteknolojinin gelişimi ve nanoyapılar konusundaki algıları nasıldır?

2. METOD

Bu araştırma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde desenlenmiş betimsel bir durum çalışmasıdır. Nitel araştırmalar, belirli bir olgunun doğal bağlamı içinde derinlemesine incelenmesini amaçlar (Creswell, 2013; Merriam, 2009). Bu doğrultuda durum çalışmaları, belirli bir “durumun”, “olayın” ya da “olgunun” ayrıntılı ve bütüncül bir şekilde anlaşılmasına imkân sağlayan nitel desenlerdir (Yin, 2018; Stake, 1995).

Bu çalışmada öğrencilerin nanobilim ve nanoteknolojiye ilişkin görüşlerinin ayrıntılı biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla açık uçlu sorular kullanılmıştır. Açık uçlu sorular, katılımcıların düşüncelerini sınırlayıcı bir yapı olmaksızın ifade etmelerine olanak tanıdığı için nitel veri toplamada sıkça tercih edilmektedir (Patton, 2015).

Elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. İçerik analizi, nitel verilerde tekrar eden kavramları, temaları ve anlam örüntülerini sistematik biçimde ortaya çıkarmaya yönelik bir analiz yöntemidir (Miles & Huberman, 1994; Braun & Clarke, 2006). Bu analiz türü, benzer verileri belirli kavramlar ve temalar altında organize ederek verinin yorumlanabilir bir yapıya kavuşturulmasını sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2022).

2.1. Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 Eğitim öğretim yılında bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören 45 öğretmen adayı oluşturmuştur. Katılımcılar gönüllülük esasına göre uygun örneklem yöntemiyle belirlenmiştir. Araştırmanın amacı ve verilerin değerlendirilme yöntemleri hakkında çalışmaya katılmadan önce öğretmen adaylarının kapsamlı bilgi verilmiştir. Katılımcıların gizliliğini sağlamak amacıyla, adayların ifadeleri kodlanarak S1, S2, S3 şeklinde anonimleştirilmiştir. Bu süreç, etik ve güvenilir

bir veri toplama ve analiz süreci sağlamak için uygulanmıştır. Elde edilen veriler etik kurallar çerçevesinde analiz edilmiştir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Araştırma verileri, yaşları 19-21 arasında değişen toplam 45 fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojinin güvenli kullanımı, çevreye katkıları ve çevresel riskleri ile nanobilim, nanoteknolojinin gelişimi, ve nanoyapılar hakkında öğrencilerin görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan altı açık uçlu sorudan oluşmaktadır, Hazırlanan veri toplama aracı, ders esnasında ve anketi yanıtlamak isteyen öğrencilere uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına soruları cevaplamaları için bir ders saati süre verilmiş ve süreç boyunca herhangi bir belirsizlik yaşayan katılımcılara gerekli açıklamalar yapılmıştır. Bu yöntem, öğretmen adaylarının görüşlerini açıkça ifade edebilmesini sağlamak ve çalışmanın amaçlarına uygun veri elde etmek için etkili bir yaklaşım sunmuştur. Veri toplama aracına ait sorular Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Veri toplama aracına ait sorular

Soru No	Sorular
1	Nanoteknolojinin güvenli kullanımı hakkında ne düşünüyorsunuz?
2	Nanoteknolojinin çevreye olumlu katkıları nelerdir?
3	Nanoteknolojinin çevresel riskleri nelerdir?
4	Sizce nanobilim nedir?
5	Nano yapılar nelerdir?
6	Nanoteknolojinin gelişimi hakkında ne düşünüyorsunuz?

2.3. Verilerin Analizi

Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Her bir soru için elde edilen verilerden kod ve kategoriler oluşturulmuştur. Kodlamalar iki araştırmacı tarafından bağımsız şekilde yapılmış, daha sonra karşılaştırılarak görüş birliği sağlanmıştır. Güvenirlik için Miles & Huberman (1994) formülü kullanılmış ve %90 uyum yakalanmıştır. Uyum göstermeyen kodlamalar için araştırmacılar bir araya gelerek

öğrenci cevaplarını tekrar incelemiş ve tartışmışlardır. Tartışma sonucunda, yüzde yüz uyum sağlanana kadar kodlama üzerinde mutabakata varılmıştır.

Elde edilen tüm veriler Tablo 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 de verilmiştir.

Tablo 2. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Nanoteknolojinin güvenli kullanımı hakkında düşünceleri

<i>Kodlar</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>Kategori</i>
Uygun düzenleme ve denetim gereklidir	18	40,0	Önlem ve Düzenleme
Kullanım öncesi risk analizleri yapılmalı	4	8,9	
Eğitim ve farkındalık artırılmalı	9	20,0	
İnsan sağlığına etkileri tam bilinmiyor	15	33,3	Sağlık ve çevre riski
Nano parçacıkların solunması tehlikelidir.	5	11,1	
Nano parçacıkların teması risklidir	11	24,4	

Tablo 3. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojinin çevreye olumlu katkıları hakkında düşünceleri

<i>Kodlar</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>Kategori</i>
Su arıtma-filtrasyon teknolojileri	22	48,9	Kirliliğin azaltılması
Hava kirliliğinin azaltılmasına katkı	11	24,4	
Güneş panellerinde verim artışı	17	37,8	Enerji verimliliği
Enerji tasarruflu malzemeler	9	20,0	
Az hammadde gerektiren ürünler	7	15,6	Sürdürülebilir üretim
Daha dayanıklı ürünler	7	15,6	

Tablo 4. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojinin çevresel riskleri hakkında düşünceleri

<i>Kodlar</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>Kategori</i>
Nano parçacıkların canlı dokulara zarar verme riski	19	42,2	Biyolojik Riskler
Ekosistemde birikme ihtimali	13	28,9	
Nano atıkların kontrolsüz yayılması	16	35,6	Kirlilik ve Yayılım Riskleri
Su ve toprakta birikerek uzun vadeli zarar	15	33,3	
Yeterli düzenleme ve standart yok	12	26,6	Düzenleme Eksikliği

Tablo 5. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim hakkında düşünceleri

<i>Kodlar</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>Kategori</i>
Atom/molekül düzeyinde maddeyi inceleyen bilim	30	66,6	Küçük Ölçeklerin Bilimi
1–100 nm arası yapılar	18	40,0	
Malzemelerin nano boyutta farklı özellik göstermesi	14	31,1	Nano Ölçekte Yapılar

Tablo 6. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanoyapılar hakkında düşünceleri

<i>Kodlar</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>Kategori</i>
1–100 nm boyutundaki yapılar	26	57,7	Nano ölçekli malzemeler
Nano tüpler, nano teller	21	46,7	
reaktivitesi yüksek yapılar	12	26,6	Farklı Özellik Gösteren Yapılar
Yüzey alanı büyük Yapılar	2	4,4	

Tablo 7. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojinin gelişimi hakkında düşünceler

<i>Kodlar</i>	<i>f</i>	<i>%</i>	<i>Kategori</i>
Geleceğin teknolojisi ve hızla gelişiyor	28	62,2	Teknolojik gelişim
Tıpta, enerjide ve sanayide yeniliklere yol açacak	20	44,4	
Etik ve güvenlik düzenlemeleri artırılmalı	15	33,3	Kontrollü gelişim
Riskler bilinmeden yaygınlaştırılmamalı	10	22,2	

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada öğrencilerin nanobilim ve nanoteknolojiye ilişkin bilgi düzeyleri ile nanoteknolojinin güvenli kullanımı, çevreye yönelik katkıları, çevresel riskleri, nanoteknolojinin gelişimi ve nanoyapılar hakkındaki görüşleri içerik analizi yoluyla incelenmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik genel olarak olumlu bir bakış açısına sahip olduklarını ancak bilgi düzeylerinde belirgin kavramsal eksiklikler ve belirsizlikler bulunduğunu göstermektedir. Bu sonuç, literatürde nanoteknolojinin eğitim bağlamında hâlâ gelişmekte olan bir öğrenme alanı olduğuna

ilişkin bulgularla uyumludur (Blonder & Sakhnini, 2012; Jones et al., 2013).

Araştırmadan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojinin güvenli kullanımına yönelik olarak düzenleme, denetim ve kullanım öncesi risk analizlerinin zorunlu olduğunu vurgularken, nano ölçekli maddelerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin tam olarak bilinmemesi, soluma ve temas yoluyla oluşabilecek riskler gibi noktalara dikkat çekmişlerdir. Öğrencilerin önemli bir bölümünün nanoteknolojinin güvenli kullanımına yönelik düzenleme, denetim ve risk değerlendirmesi gerekliliğini vurgulamaları, nanoteknolojik ürünlerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki olası etkilerine ilişkin belirsizlikleri fark ettiklerini göstermektedir. Benzer şekilde literatürde de nanoölçekli malzemelerin toksikolojik etkilerine ilişkin belirsizliklerin toplumda tedirginliğe yol açtığı ve bu nedenle güvenlik düzenlemelerinin kritik olduğu belirtilmektedir (Oberdörster et al., 2005; Maynard, 2011). Bu bağlamda öğrencilerin görüşleri, nanoteknolojinin güvenli kullanımı konusunda toplumsal farkındalık düzeyinin arttığını, ancak bilgi temelli anlayışın sınırlı kaldığını göstermektedir.

Nanoteknolojinin çevreye olumlu katkıları konusunda öğrenciler özellikle su arıtma, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve enerji verimliliği gibi alanlara vurgu yapmıştır. Bu bulgu, nanoteknolojinin çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Nowack & Bucheli, 2007; Karn, 2013). Özellikle nano-filtrasyon, nano-katalizörler ve güneş enerjisi teknolojilerinde sağlanan gelişmelerin literatürde çevreci teknolojiler olarak tanımlandığı bilinmektedir. Öğrencilerin bu alanlarda farkındalık göstermeleri, nanoteknolojinin çevresel katkılarının eğitim ortamlarında giderek daha görünür hâle geldiğini göstermektedir.

Öte yandan öğrencilerin nanoteknolojinin çevresel riskleri konusunda nano atıkların çevrede birikmesi, toksisite ve ekosistem üzerindeki uzun vadeli zararlar gibi temaları dikkate almaları, literatürde dile getirilen kaygılarla örtüşmektedir. Pek çok çalışma, nano parçacıkların biyolojik sistemlerde birikme potansiyeli ve uzun vadeli etkilerinin tam olarak bilinmediğini vurgulamaktadır (Nel et al., 2006; Handy et al., 2008). Bu açıdan öğrencilerin risk algılarının bilimsel gündemle paralel olduğu söylenebilir.

Son olarak öğretmen adaylarının nanoteknolojiyi geleceğin kritik bir teknolojisi olarak gördükleri, tıp, enerji ve sanayi alanlarında büyük yenilikler yaratacağına inandıkları ancak bu gelişimin etik, güvenlik ve düzenleme boyutlarıyla desteklenmesi gerektiğini vurguladıkları görülmektedir.

Tüm bu sonuçlar, öğretmen adaylarının nanoteknolojiyi hem fırsatları hem Nanobilim ve nanoyapılar konusundaki bulgular, öğrencilerin konuyu genel hatlarıyla doğru tanımladıklarını ancak ayrıntılı kavram bilgisi konusunda belirsizlik yaşadıklarını göstermiştir. Literatürde öğrencilerin nano ölçek, boyut, ölçüm birimleri ve nano yapılar gibi kavramlarda sıklıkla kavram yanılgıları yaşadığı belirtilmektedir (Stevens et al., 2009; Zhai et al., 2016). Bu durum öğrencilerin temel düzeyde farkındalığa sahip olduklarını ancak nanobilimin teknik boyutlarına ilişkin eğitimsel desteğe ihtiyaç duyduklarını ortaya koymaktadır. de riskleriyle birlikte değerlendiren kapsamlı bir anlayışa sahip olduklarını ve bu alanın fen eğitimi programlarında daha sistematik biçimde ele alınmasının önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Nanoteknolojinin gelişimi konusunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun olumlu tutum sergilemesi, alanın gelecekteki önemini kavradıklarını göstermektedir. Öğrencilerin bu tutumu, nanoteknolojinin toplumda “geleceğin teknolojisi” olarak

görüldüğünü ortaya koyan araştırmalarla paralellik göstermektedir (Cobb, 2010). Bununla birlikte bazı öğrencilerin etik ve güvenlik kaygılarını dile getirmesi, teknolojik iyimserlik ile ihtiyatlı yaklaşım arasında dengeli bir algının oluştuğunu göstermektedir.

Genel olarak bu tartışmanın ortaya koyduğu sonuç, öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik yüksek ilgi ve farkındalık düzeyine sahip olduklarını; ancak teknik kavramlar, güvenlik, düzenleme ve çevresel etki konularında derinlemesine bilgi eksikliği yaşadıklarını göstermektedir.

4. ÖNERİLER

Nanoteknoloji eğitiminin fen öğretmen yetiştirme programlarına daha sistematik biçimde entegre edilmesi önemlidir. Öğretmen adaylarının nano ölçek, nano malzeme özellikleri ve uygulama alanlarına yönelik temel bilgiye sahip oldukları görülse de, bu içeriklerin daha yapılandırılmış bir müfredatla desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca nanoteknolojinin sağlık, çevre ve güvenlik boyutlarıyla ilgili farkındalık kazandıran etkinliklerin programlara dahil edilmesi, özellikle toksikoloji, nano-atık yönetimi, sürdürülebilir üretim ve risk azaltma stratejilerini içeren eğitim modüllerinin hazırlanması açısından önem taşımaktadır. Fen eğitimi derslerinde nanoteknoloji deneyimlerinin uygulamaya dayalı çalışmalarla desteklenmesi; modellemeler, simülasyonlar, laboratuvar uygulamaları ve görselleştirme tekniklerinin kullanılması, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını güçlendirebilir. Bunun yanında, nanoteknolojinin çevresel katkı ve risklerini bütüncül biçimde ele alan disiplinler arası materyallerin geliştirilmesi, öğretmen adaylarının çok yönlü değerlendirme becerilerini destekleyecektir. Etik ve yasal düzenlemelere ilişkin eğitim içeriğinin güçlendirilmesi, özellikle adayların düzenleme

eksikliği konusundaki vurguları dikkate alındığında, nanoteknolojide etik sorumlulukların, güvenlik standartlarının ve düzenleyici kurumların rollerinin açık biçimde ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

REFERANSLAR

- Al-Tamimi, M., Hassan, M., & Hassan, A. (2024). *Developing teachers' nano-literacy: Knowledge, skills, and decision-making in nanotechnology education. Journal of Educational Studies*, 52(3), 215–230.
- Bayındır, Z. (2007). *Nanoteknoloji ve Türkiye'nin Bilim Politikaları*. TÜBİTAK Yayınları.
- Bostancı Çalık, C., & Zor, M. (2024). Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik bilgi ve tutumlarının incelenmesi. *Eyyad Eğitim Bilimleri Dergisi*, 18(2), 245-262.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Cobb, M. (2010). Public perceptions of nanotechnology: Risks and benefits. *Nature Nanotechnology*, 5, 8–12.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Sage.
- Çıracı, S. (2005). *Nanobilim ve nanoteknolojiye giriş*. ODTÜ Yayınları.
- Çıracı, S. (2007). *Nanoteknoloji ve bilimsel devrim*. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi
- Göçmen, B. (2024). *A meta-synthesis on nanoscience education: Trends and curriculum integration approaches. Science Education Review*, 33(1), 42-59.
- Göçmen, B., & Kaya, G. (2023). *Pre-service science teachers' knowledge and attitudes toward nanoscience and nanotechnology. Eyyad Journal of Educational Research*, 9(1), 73-89.

- Handy, R. D., von der Kammer, F., Lead, J. R., Hassellöv, M., Owen, R., & Crane, M. (2008). The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles. *Ecotoxicology*, 17, 287–314.
- Hingant, B., & Albe, V. (2010). *Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of recent research. International Journal of Science Education*, 32(11), 1493–1512.
- Jones, M. G., Andre, T., Superfine, R., & Taylor, R. (2013). Nanotechnology education: Learning goals and teaching approaches. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490–1512.
- Karn, B. (2013). Ethics, Environment, and Nanotechnology (2009). Perspectives in Bioethics, Science, and Public Policy, 83.
- Maynard, A. D. (2011). The shifting perception of nanotechnology risks. *Nature Materials*, 10, 554–557.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage.
- Nel, A., Xia, T., Mädler, L., & Li, N. (2006). Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science*, 311(5761), 622–627.
- Nowack, B., & Bucheli, T. D. (2007). Occurrence, behavior and effects of nanoparticles in the environment. *Environmental Pollution*, 150(1), 5–22.
- Oberdörster, G., Oberdörster, E., & Oberdörster, J. (2005). Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. *Environmental Health Perspectives*, 113(7), 823–839.

- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). Sage.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. (2009). The big ideas of nanoscale science and engineering. *National Science Foundation Report*.
- Tenekeçigil, E., Şahin, S., & Karakaş, A. (2025). *Evaluating the effectiveness of nanoscience modules in pre-service teacher education*. *Scientific Reports*, 15(1), 1-13.
- TÜBİTAK. (2006). *Nanoteknoloji Strateji Belgesi 2006–2025*. Ankara: TÜBİTAK.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2022). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage.
- Zhai, J., Xu, M., & Krajcik, J. (2016). An investigation of students' misconceptions in nano-scale science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(10), 1530–1555.

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLERİNİN KÜRESEL ISINMAYA İLİŞKİN BİLGİLERİ, TUTUMLARI VE ÇEVRE DOSTU DAVRANIŞLARI¹

Pınar UĞUR²

Oylum ÇAVDAR³

1. GİRİŞ

Küresel ısınma, atmosferde biriken sera gazlarının etkisiyle dünya ortalama sıcaklıklarında gözlenen artış olarak tanımlanmakta ve ekosistemler üzerinde önemli çevresel sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Hansen vd., 2010). Artan sıcaklıkların kuraklık, aşırı hava olayları, su kaynaklarının azalması ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi riskleri artırdığı pek çok araştırmada vurgulanmıştır (Rahmstorf ve Coumou, 2011). Yapılan çalışmalar öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının küresel ısınmayı ciddi bir çevresel tehdit olarak gördüklerini; özellikle buzulların erimesi, sıcaklık artışları ve kuraklık risklerinin sıkça dile getirildiğini göstermektedir (Tok vd., 2017). Temelli vd. (2011) öğretmenlerin küresel ısınma konusunda belirli düzeyde bilgi sahibi olduklarını, ancak bunun yeterli seviyede olmadığını belirtmektedir. Bu kapsamda, küresel ısınmanın toplum genelinde doğru anlaşılması ve eğitsel süreçlerde ele alınması önem arz etmektedir.

¹ Bu çalışma, Pınar Uğur'un yüksek lisans tezinin bir bölümünden türetilmiştir.

² Doç. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ORCID: 0000-0001-8405-0969.

³ Doktora Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID: 0000-0002-2793-9099.

Temelli vd. (2011) çevre eğitiminin özellikle ilköğretim düzeyinden itibaren önem kazandığını ve öğrencilerin küresel ısınma konusunda bilinçlenmesinin öğretmenlerin bu konudaki yeterlikleriyle doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Tok vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adaylarının iklim değişikliği ve küresel ısınmanın nedenleri ile etkilerine yönelik farkındalığa sahip oldukları, ancak özellikle sanayi kaynaklı girişimler gibi daha karmaşık boyutlarda farkındalık düzeylerinin düşük olabildiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Umurhan (2022), öğretmen adaylarının küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeylerinin orta düzeyde olduğunu, bazı sera gazları konusunda önemli bilgi eksiklikleri bulunduğunu rapor etmiştir. Bu sonuçlar, küresel ısınmanın çok boyutlu yapısının öğretmen eğitim programlarında daha sistematik biçimde ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Çevre eğitimi literatürü, bireylerin çevresel bilgi, tutum ve davranışlarının birbiriyle bağlantılı olduğunu ve çevreci davranışların gelişiminde bu üç boyutun birlikte değerlendirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır (Frick vd., 2004). Hiğde (2014), fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre dostu davranışlarının, çevresel tutumları, epistemik inançları ve iklim değişikliğinin gerçekliğine yönelik belirsizlik inançları tarafından anlamlı şekilde yordandığını; buna karşın salt bilgi düzeyinin davranış üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirlemiştir. Bu sonuç, davranışın yalnızca bilişsel bir süreçle değil, daha karmaşık psikososyal faktörlerle şekillendiğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Şahin (2013), öğretmen adaylarının enerji tasarrufuna yönelik davranışlarının değerler, inançlar ve kişisel normlar tarafından açıklandığını göstermiştir; bu durum çevre davranışlarının çok boyutlu psikolojik mekanizmalarla ilişkili olduğunu desteklemektedir. Umurhan (2022), öğretmen adaylarının küresel ısınmaya ilişkin bilgi, tutum ve davranış arasında bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Yine Gezer ve İlhan

(2018), öğretmen adaylarının çevresel tutumları ile çevreci davranışları arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu rapor ederek tutum–davranış çerçevesini desteklemiştir.

Fen bilgisi öğretmenleri, öğretim programının doğası gereği iklim, enerji dönüşümleri, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkileri ve ekosistem değişimleri gibi küresel ısınmayla doğrudan ilişkili konuları öğretmekle yükümlüdür. Bu nedenle öğretmenlerin bu konudaki bilgi ve tutum düzeylerinin öğrencilerin çevresel farkındalık kazanmasında kritik bir rol oynadığı çeşitli araştırmalarda dile getirilmektedir (Eroğlu, 2009). Öğretmenlerin sahip oldukları çevresel duyarlılık, sınıf içi uygulamalara doğrudan yansımakta; öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik tutum ve davranışlarını şekillendirmektedir (Temelli vd., 2011). Bu bağlamda, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi, tutum ve çevre dostu davranışlarının incelenmesi, çevre eğitiminin niteliğini artırmak ve sürdürülebilir öğrenme çıktıları elde etmek açısından önemli bulunmaktadır.

Alan yazında fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınma konusundaki bilgi, tutum ve davranışlarını birlikte ele alan çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmanın özgün değerini artırmaktadır. Ayrıca literatürde çoğunlukla öğretmen adayları veya öğrenciler üzerinde yapılan çalışmalar bulunurken; hâlihazırda görev yapan fen bilgisi öğretmenleri üzerinde yürütülen çalışmaların azlığı, bu araştırmanın önemli bir boşluğu doldurduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin mevcut durumunu bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak hem çevre eğitimi literatürüne hem de eğitim politikalarına katkı sunmayı amaçlamaktadır.

1.1. Amaç

Bu çalışmada, Fen Bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi, tutum ve çevre dostu davranış düzeyleri ile bunlar arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.2. Araştırma Problemi ve Alt Problemleri

Araştırmanın problem cümlesi ‘Fen Bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi, tutum ve çevre dostu davranışları düzeyleri ve bunlar arasındaki ilişki nasıldır?’ şeklinde belirlenmiştir.

Çalışmanın alt problemleri aşağıda verilmiştir:

1. Fen Bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik bilgi, düzeyleri nasıldır?
2. Fen Bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik tutum düzeyleri nasıldır?
3. Fen Bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik çevre dostu davranış düzeyleri nasıldır?
4. Fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgileri, tutumları ve çevre dostu davranışları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada kullanılan yöntemsel yaklaşımın yanı sıra çalışma grubuna ait bilgiler, veri toplamada kullanılan araçlar, veri toplama sürecine ilişkin açıklamalar ve analiz yöntemlerine dair başlıklar sunulmuştur.

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada nicel yöntemler kapsamında ilişkisel tarama deseni tercih edilmiştir. İlişkisel tarama, birden fazla değişken arasındaki ortak değişim durumunu ya da değişimin

düzeyini ortaya koymayı amaçlayan bir araştırma yaklaşımıdır (Karasar, 2013).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmada anketin gönüllülük esasına göre doldurulması nedeniyle basit tesadüfî örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Bu örnekleme türü, evrendeki her bir birimin seçilme olasılığının eşit olduğu, örneklem birimlerinin rastgele belirlendiği bir yaklaşımı ifade etmektedir (Büyüköztürk, 2012). Google Forms aracılığıyla hazırlanan anket bağlantısı Muş il merkezinde görev yapan tüm fen bilgisi öğretmenlerine gönderilmiş ve geri dönüş yapan öğretmenlerin yanıtlarından veriler elde edilmiştir. Bu süreç sonucunda, 2023–2024 eğitim öğretim yılında 65 erkek ve 136 kadın olmak üzere toplam 201 gönüllü fen bilgisi öğretmeni araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur.

2.3. Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplamak amacıyla dört bölümden oluşan bir anket formu geliştirilmiştir. Formun ilk bölümünde kişisel bilgi formu bulunmaktadır. Bunu takip eden bölümlerde ise Küresel Isınma Bilgi Ölçeği, Küresel Isınma Tutum Ölçeği ve Çevre Dostu Davranış Ölçeği yer almaktadır. Anket formunun bölümlerine aşağıda ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

2.3.1. Kişisel Bilgi Formu

Kişisel bilgi formunda, katılımcıların cinsiyet değişkenine ilişkin bilgiler toplanmıştır

2.3.2. Küresel Isınma Bilgi Ölçeği (KİBÖ)

Araştırmada KİBÖ, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Ölçek, Eroğlu (2009) tarafından geliştirilmiş olup toplam 26 maddeden oluşan beşli Likert tipinde bir ölçme aracıdır. Ölçekte yer alan seçenekler “kesinlikle yanlış” ile “kesinlikle doğru”

arasında derecelendirilmiştir. Maddelere verilen yanıtlar, olumlu ifadelerde 1’den 5’e artan puanlama; olumsuz ifadelerde ise ters puanlama (5’ten 1’e doğru) yöntemiyle değerlendirilmiştir. Ölçek maddeleri arasında yer alan 5. madde olumsuz içerik taşıdığı için ters kodlama yapılmıştır. Eroğlu’nun (2009) çalışmasında ölçeğin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı 0.8469 olarak raporlanırken, bu araştırmada ölçeğin güvenirlik katsayısı 0.944 olarak hesaplanmıştır.

2.3.3. Çevre Dostu Davranış Ölçeği (ÇDDÖ)

Çalışmada ÇDDÖ, fen bilgisi öğretmenlerinin çevre dostu davranış düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Ölçek, İbtissem (2010) tarafından geliştirilmiş olup Şahin (2013) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Toplam 14 maddeden oluşan ölçme aracı, beşli Likert yapısındadır ve maddelere verilen yanıtlar “hiçbir zaman”dan “her zaman”a doğru sıralanan beş kategori üzerinden değerlendirilmektedir. Katılımcılardan alınan yanıtlar 1 ile 5 arasında puanlanmış, ölçek içinde ters kodlama gerektiren herhangi bir madde bulunmamıştır. Şahin (2013) çalışmasında ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.820 olarak raporlanmış; bu araştırmada ise iç tutarlılık katsayısı 0.906 olarak hesaplanmıştır.

2.3.4. Küresel Isınma Tutum Ölçeği (KITÖ)

Araştırmada KITÖ, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik tutum düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Bozdoğan (2009) tarafından geliştirilen ölçek, toplam 37 maddeden oluşmakta olup beşli Likert yapısına sahiptir. Ölçekte yer alan maddelere verilen yanıtlar “hiç katılmıyorum”dan “tamamen katılıyorum”a doğru beş dereceli şekilde kategorilendirilmiştir. Puanlama sürecinde olumlu ifadeler 1’den 5’e doğru artan biçimde, olumsuz ifadeler ise ters yönde (5’ten 1’e doğru) puanlanmıştır. Ölçekteki 2., 9., 10., 11., 12., 15., 18., 24., 28., 29. ve 34. maddeler olumsuz içerik taşıdığı

için ters kodlama yapılmıştır. Bozdoğan'ın (2009) çalışmasında ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0,94 olarak raporlanırken, bu çalışmada iç tutarlılık katsayısı 0,96 olarak hesaplanmıştır.

2.3.5. Verilerin Toplanması

Araştırmaya başlamadan önce, çalışmada kullanılacak ölçekler için sahiplerinden kullanım izinleri alınmış; ayrıca Muş Alparslan Üniversitesi Etik Kurulu'ndan etik onay, Muş İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden ise il merkezindeki ortaokullarda araştırma yürütülebilmesine ilişkin resmi izin alınmıştır. Veri toplama aracı Google Forms üzerinden hazırlanarak fen bilgisi öğretmenlerine çevrim içi ortamda ulaştırılmıştır. Etik kurul onayı ve uygulama izni eklenerek anket bağlantısı ortaokullara e-posta yoluyla gönderilmiş ve gönüllü öğretmenlerin formu doldurmaları talep edilmiştir. Anketin başında çalışmanın amacı, kimlik bilgisi istenmediği, elde edilen verilerin hangi amaçla kullanılacağı, araştırmanın tahmini süresi ve gönüllülük esasına dayandığı belirtilmiştir. Bu bilgilendirmeyi okuyup katılım sağlamayı kabul eden öğretmenlerin yanıtları veri setine dâhil edilmiştir. Anket bağlantısı 2023–2024 eğitim öğretim yılı güz döneminin başından itibaren yaklaşık iki ay süreyle aktif tutulmuş ve süreç sonunda toplam 201 öğretmenden geri dönüş alınmıştır.

2.3.6. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında elde edilen anket verileri SPSS 22.0 programına kodlanarak aktarılmış ve araştırma sorularına uygun biçimde analiz edilmiştir. Analiz sürecinde betimsel istatistiklerden yararlanılarak değişkenlere ilişkin yüzde, frekans, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

Her bir ölçek için puan ortalaması, toplam puanın madde sayısına bölünmesiyle elde edilmiş; ortalama puan yükseldikçe katılımcıların küresel ısınmaya ilişkin bilgi, tutum ve çevre dostu davranış düzeylerinin arttığı kabul edilmiştir. Ölçeklerden elde

edilen ortalamalar 5’li bir değerlendirme sistemi içinde yorumlanmış ve Umurhan’ın (2022) sınıflandırması esas alınarak “düşük” (1,00-2,50), “orta” (2,51-3,75) ve “yüksek” (3,76-5,00) düzey olarak kategorize edilmiştir.

Küresel ısınmaya yönelik bilgi, tutum ve çevre dostu davranışlar arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Büyüköztürk’ün (2012) değerlendirmesine göre, korelasyon katsayısının 0,00 ile 0,30 arasında olması ilişki düzeyinin zayıf; 0,30 ile 0,70 arasında olması orta; 0,70 ile 1,00 aralığında bulunması ise güçlü bir ilişki olarak yorumlanmaktadır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın alt problemleri doğrultusunda toplanan verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

3.1. Fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeyine ilişkin bulgular

Fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınma bilgi düzeylerine ilişkin ölçek maddelerine verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğretmenlerin küresel ısınma bilgi ölçeğindeki maddelere verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları

Madde no	Kesinlikle Yanlış		Yanlış		Fikrim Yok		Doğru		Kesinlikle Doğru		$\bar{x}$	Standart Sapma
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
1	2	1	9	4,5	6	3	71	35,3	113	56,2	4,41	0,883
2	2	1	8	4	6	3	64	31,8	121	60,2	4,46	0,818
3	1	0,5	2	1	7	3,5	82	40,8	109	54,2	4,47	0,664
4	1	0,5	14	7	20	10	75	37,3	91	45,3	4,20	0,917
5	106	52,7	75	37,3	1	0,5	10	5	9	4,5	4,29	1,028
6	1	0,5	2	1	5	2,5	62	30,8	131	65,2	4,59	0,642
7	0	0	5	2,5	5	2,5	70	34,8	121	60,2	4,53	0,671
8	0	0	3	1,5	29	14,4	51	25,4	118	58,7	4,41	0,790
9	0	0	7	3,5	1	0,5	66	32,8	127	63,2	4,56	0,684
10	2	1	6	3	24	11,9	59	29,4	110	54,7	4,34	0,875
11	4	2	16	8	27	13,4	74	36,8	80	39,8	4,04	1,016
12	0	0	2	1	3	1,5	87	43,3	109	54,2	4,51	0,584
13	0	0	4	2	6	3	72	35,8	119	59,2	4,52	0,656
14	0	0	1	0,5	5	2,5	70	34,8	125	62,2	4,59	0,569
15	2	1	1	0,5	2	1	52	25,9	144	71,6	4,67	0,627

16	1	0,5	1	0,5	0	0	63	31,3	136	67,7	4,65	0,564
17	2	1	2	1	6	3	72	35,8	119	59,2	4,51	0,701
18	0	0	2	1	0	0	69	34,3	130	64,7	4,63	0,543
19	0	0	5	2,5	18	9	58	28,9	120	59,7	4,46	0,761
20	1	0,5	3	1,5	1	0,5	62	30,8	134	66,7	4,62	0,630
21	1	0,5	4	2	14	7	76	37,8	106	52,7	4,40	0,750
22	0	0	2	1	19	9,5	69	34,3	111	55,2	4,44	0,705
23	0	0	2	1	2	1	65	32,3	132	65,7	4,63	0,561
24	0	0	3	1,5	13	6,5	68	33,8	117	58,2	4,49	0,686
25	0	0	2	1	12	6	75	37,3	112	55,7	4,48	0,656
26	0	0	2	1	3	1,5	72	35,8	124	61,7	4,58	0,578
$\bar{x}=4,48$												

Tablo 1'e göre fen bilgisi öğretmenlerinin büyük bir bölümü, ölçek maddelerinin önemli bir kısmında "kesinlikle doğru" seçeneğini işaretlemiştir. Buna göre öğretmenler; karbondioksitin (CO₂) bir sera gazı olduğu (%56,2), bu gazın atmosferde bulunmasının yaşam açısından gerekli olduğu (%60,2) ve sera gazı salınımının azaltılmasının küresel ısınmanın etkilerini hafifletebileceği (%54,2) yönündeki ifadeleri yüksek oranda doğru kabul etmiştir. Benzer biçimde, yeryüzünden yansıyan kızılötesi ışınların bir kısmının sera gazları tarafından tutulduğu ve bunun sera etkisini oluşturduğu (%45,3), atmosferdeki sera gazı birikiminin artmasının yeryüzünde daha fazla ısının hapsolmasına yol açacağı (%65,2) ve karbondioksit yoğunluğundaki artışın küresel ısınmayı güçlendireceği (%60,2) yönündeki görüşlere de oldukça yüksek katılım göstermişlerdir.

Öğretmenlerin çoğu ayrıca kloroflorokarbonların ozon tabakasına zarar verdiğini (%58,7), küresel ısınmanın insan kaynaklı süreçlerden etkilendiğini (%63,2), metan (CH₄), azot oksitler (NO_x) ve kloroflorokarbonların (CFC's) sera gazları arasında yer aldığını (%54,7) doğru bulmuştur. Ağaçlandırmanın artırılmasının küresel ısınma etkilerini azaltabileceği (%54,2), küresel ısınmanın tatlı su kaynaklarında azalmaya yol açtığı (%59,2) ve bu sürecin Sanayi Devrimi ile hız kazandığı (%62,2) ifadeleri de yine yüksek düzeyde onaylanmıştır.

Buna ek olarak, fosil yakıt kullanımının atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu artırdığı (%71,6), küresel ısınmanın iklim değişikliklerini tetiklediği (%67,7), fosil yakıt tüketiminin azaltılmasının küresel ısınmayı sınırlayabileceği (%59,2) ve küresel ısınmanın canlıların yaşam biçimlerini ve yaşam

alanlarını değiştirdiği (%64,7) yönündeki maddelere de yüksek katılım sağlanmıştır. Sera gazlarından biri olan kloroflorokarbonların atmosferde artmasının küresel ısınmayı şiddetlendireceği (%59,7), küresel ısınma ve iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yarattığı (%66,7) ve elektrik tasarrufunun küresel ısınmayla mücadelede önemli bir önlem olduğu (%52,7) görüşleri öğretmenler tarafından desteklenmiştir. Ayrıca, küresel ısınmayla birlikte hastalık taşıyan organizmaların daha geniş alanlara yayılacağı (%55,2), yenilenebilir enerji kullanımının olumlu katkı sağlayacağı (%65,7), rüzgâr ve fırtınaların şiddetinin artacağı (%58,2), geri dönüşümlü kağıt kullanımının olumlu etkiler yaratacağı (%55,7) ve toplu taşımanın tercih edilmesinin küresel ısınmayı azaltabileceği (%61,7) yönündeki ifadeler de öğretmenler tarafından “kesinlikle doğru” olarak değerlendirilmiştir.

Ters maddelerden biri olan “orman yangınları ve küresel ısınma arasında ilişki yoktur” ifadesi için verilen yanıtların büyük kısmı “kesinlikle yanlış” (%52,7) ve “yanlış” (%37,3) kategorilerinde yoğunlaşmıştır. Bu durum, öğretmenlerin ilgili konuda doğru bilgiye sahip olduklarını göstermektedir.

Genel değerlendirmede öğretmenlerin küresel ısınma bilgi düzeyine ait ortalama puanının 5 üzerinden 4,48 olduğu görülmektedir. Maddeler arasında en yüksek ortalamanın, fosil yakıt tüketiminin atmosferdeki sera gazı miktarını artırdığına yönelik 15. maddeye ($\bar{x} = 4,67$) ait olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, yeryüzünden yansıyan kızılötesi ışınların bir bölümünün sera gazları tarafından tutulduğunu açıklayan 4. madde, 4,20 puan ile en düşük ortalamaya sahip madde olmuştur.

3.2. Fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınma tutum düzeyine ilişkin bulgular

Fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınma tutum düzeylerine ilişkin ölçek maddelerine verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmenlerin küresel ısınma tutum ölçeğindeki maddelere verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları

Madde no	Hiç katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Tamamen Katılıyorum		$\bar{x}$	Standart Sapma
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
1	3	1,5	2	1	11	5,5	95	47,3	90	44,8	4,33	0,756
2	13	6,5	22	10,9	7	3,5	65	32,3	94	46,8	4,02	1,237
3	3	1,5	5	2,5	24	11,9	94	46,8	75	37,3	4,16	0,839
4	0	0	1	0,5	9	4,5	93	46,3	98	48,8	4,43	0,606
5	2	1	8	4	31	15,4	83	41,3	77	38,3	4,12	0,881
6	0	0	2	1	10	5	97	48,3	92	45,8	4,39	0,631
7	0	0	2	1	10	5	116	57,7	73	36,3	4,29	0,607
8	1	0,5	5	2,5	24	11,9	97	48,3	74	36,8	4,18	0,775
9	4	2	11	5,5	7	3,5	76	37,8	103	51,2	4,31	0,924
10	4	2	11	5,5	15	7,5	77	38,3	94	46,8	4,22	0,946
11	4	2	16	8	11	5,5	76	37,8	94	46,8	4,19	0,994
12	3	1,5	6	3	8	4	85	42,3	99	49,3	4,35	0,817
13	1	0,5	2	1	5	2,5	100	49,8	93	46,3	4,40	0,642
14	0	0	4	2	12	6	106	52,7	79	39,3	4,29	0,670
15	19	9,5	15	7,5	35	17,4	73	36,3	59	29,4	3,69	1,235
16	0	0	1	0,5	16	8	86	42,8	98	48,8	4,40	0,656
17	1	0,5	3	1,5	30	14,9	99	49,3	68	33,8	4,14	0,758
18	3	1,5	17	8,5	29	14,4	81	40,3	71	35,3	4	0,987
19	6	3	7	3,5	52	25,9	80	39,8	56	27,9	3,86	0,965
20	0	0	2	1	8	4	111	55,2	80	39,8	4,34	0,604
21	0	0	1	0,5	8	4	111	55,2	81	40,3	4,35	0,583
22	1	0,5	7	3,5	32	15,9	94	46,8	67	33,3	4,09	0,820
23	0	0	1	0,5	9	4,5	98	48,8	93	46,3	4,41	0,602
24	8	4	15	7,5	19	9,5	68	33,8	91	45,3	4,09	1,096
25	0	0	0	0	8	4	68	33,8	125	62,2	4,58	0,570
26	1	0,5	2	1	6	3	90	44,8	102	50,7	4,44	0,654
27	1	0,5	0	0	13	6,5	99	49,3	88	43,8	4,36	0,649
28	3	1,5	9	4,5	5	2,5	64	31,8	120	59,7	4,44	0,865
29	4	2	13	6,5	21	10,4	73	36,3	90	44,8	4,15	0,985
30	1	0,5	1	0,5	10	5	106	52,7	83	41,3	4,34	0,644
31	0	0	0	0	4	2	83	41,3	114	56,7	4,55	0,538
32	2	1	1	0,5	9	4,5	85	42,3	104	51,7	4,43	0,698
33	0	0	2	1	8	4	87	43,3	104	51,7	4,46	0,624
34	6	3	10	5	31	15,4	77	38,3	77	38,3	4,04	1,004
35	0	0	1	0,5	10	5	96	47,8	94	46,8	4,41	0,611
36	0	0	0	0	14	7	98	48,8	89	44,3	4,37	0,612
37	0	0	5	2,5	32	15,9	84	41,8	80	39,8	4,19	0,790
											$\bar{x}=4,25$	

Tablo 2’nin incelenmesi, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik birçok olumlu tutum maddesine yüksek düzeyde katıldıklarını göstermektedir. Öğretmenlerin önemli bir bölümü; küresel ısınmanın gelecekte yaratabileceği tehlikeleri düşünerek sonraki kuşaklar adına önlem alma eğiliminde olduklarını (%36,3), küresel ısınmayla ilgili haberleri takip ettiklerini (%39,3) ve günlük yaşamlarında sergiledikleri davranışların küresel ısınmayı azaltmaya yönelik olarak tutarlılık

gösterdiğini (%39,8) ifade etmiştir. Bunun yanında, küresel ısınmanın azaltılmasına katkı sağlayacak sorumlulukları yerine getirdiklerini (%44,8) ve bu alanda çalışan bilim insanlarını takdir ettiklerini (%62,2) belirten katılımcıların oranı da oldukça yüksektir. Öğretmenler ayrıca, küresel ısınmanın olumsuz sonuçlarından etkilenmemek için geleceğe ilişkin tedbirler aldıklarını (%50,7), enerji ve su kullanımında bilinçli davranan bireyleri desteklediklerini (%41,3), bu konudaki davranışlarının göstermelik değil samimi olduğunu düşündüklerini (%56,7) ve doğa dostu bir yaşam biçimi sürdürmek için çaba gösterdiklerini (%51,7) dile getirmişlerdir.

Diğer taraftan, bazı olumsuz tutum maddelerine verilen yanıtların da dikkat çekici olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin belirli bir kısmı; küresel ısınmanın nedenlerini araştırma isteği duymadıklarını (%46,8), küresel ısınmanın çevreye verdiği zararları azaltmak adına bireysel önlem almadıklarını (%51,2), konuya ilişkin etkinlikleri takip etmediklerini (%46,8) ve daha fazla ne tür tedbir alınabileceğini sorgulamadıklarını (%46,8) belirtmiştir. Ayrıca, küresel ısınma çalışmalarına ilgi duymadıklarını (%49,3), toplumda farkındalık oluşturma amacıyla çalışmak istemediklerini (%45,3), enerji ve su tüketiminde yeterince dikkatli olmadıklarını (%43,8) ve küresel ısınma ile ilgili bir projede görev alma isteği taşımadıklarını (%59,7) ifade edenlerin oranı da yüksektir.

Bireysel sorumluluklara ilişkin maddeler incelendiğinde ise öğretmenlerin %46,8'inin "katılıyorum" ve %37,3'ünün "tamamen katılıyorum" seçenekleriyle, küresel ısınmaya karşı aldıkları önlemlerin yeterliliğini sürekli sorguladıklarını belirttiği görülmektedir. Benzer biçimde, çevrelerindeki bireylerin küresel ısınma tehlikesine karşı duyarlılık düzeyini sık sık değerlendirdiklerini söyleyenlerin oranı da yüksek olup, katılımcıların %41,3'ü "katılıyorum", %38,3'ü ise "tamamen katılıyorum" yanıtını vermiştir.

Enerji tasarrufu konusunda yapılan radyo programlarını dikkatle takip ettiğini belirten öğretmenlerin oranı %48,3 olup, %11,9'luk bir grup bu konuda kararsız olduğunu ifade etmiştir. “Küresel ısınmayı önlemeye yönelik kendime ait çözüm önerilerim yoktur” maddesine verilen yanıtlar incelendiğinde ise %36,3'ünün bu ifadeye katıldığı, %17,4'ünün kararsız kaldığı görülmektedir.

Bazı maddeler kişisel çabadaki sürekliliğe ilişkindir. Örneğin, küresel ısınmanın azaltılması için yürüttüğü çalışmalara karşılaşacağı engellere rağmen devam edeceğini belirtenlerin %49,3'ü “katılıyorum”, %14,9'u ise “kararsızım” yanıtını vermiştir. Benzer şekilde, “küresel ısınmanın azaltılması adına kendi çözümlerimi geliştiririm” ifadesine verilen yanıtlar arasında %46,8 oranında “katılıyorum” ve %15,9 oranında “kararsızım” seçenekleri bulunmaktadır.

Ayrıca, öğretmenlerin küresel ısınmanın doğurabileceği tehlikelere yönelik davranışlarını değerlendirme durumlarına bakıldığında, katılımcıların %51,7'sinin “tamamen katılıyorum”, %43,3'ünün “katılıyorum” dediği ve yalnızca küçük bir oranın (%4) kararsız kaldığı anlaşılmaktadır. “Küresel ısınma konusunda sergilediğim davranışları düzenli olarak kontrol ederim” maddesinde ise öğretmenlerin %41,8'i “katılıyorum”, %15,9'u “kararsızım” yanıtını işaretlemiştir.

Genel ortalamalara bakıldığında, öğretmenlerin küresel ısınmaya yönelik tutumlarının 5 üzerinden 4,25 düzeyinde olduğu görülmektedir. Maddeler arasında en yüksek ortalamanın, küresel ısınma üzerine çalışan bilim insanlarını takdir ettiğini belirten 25. maddeye ait olduğu ($\bar{x} = 4,58$), en düşük ortalamanın ise “küresel ısınmayı önlemek için kendime ait çözüm önerilerim yoktur” şeklindeki 15. maddeye ait olduğu ($\bar{x} = 3,69$) belirlenmiştir.

3.3. Fen bilgisi öğretmenlerinin çevre dostu davranış düzeyine ilişkin bulgular

Fen bilgisi öğretmenlerinin çevre dostu davranış düzeylerine ilişkin ölçek maddelerine verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Öğretmenlerin çevre dostu davranış ölçeğindeki maddelere verdikleri yanıtların frekans ve yüzde dağılımları

Madde no	Hiçbir zaman		Nadiren		Bazen		Çoğu zaman		Her zaman		$\bar{x}$	Standart Sapma
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
1	3	1,5	13	6,5	31	15,4	73	36,3	81	40,3	4,07	0,974
2	2	1	11	5,5	37	18,4	83	41,3	68	33,8	4,01	0,914
3	95	47,3	36	17,9	26	12,9	16	8	28	13,9	2,23	1,459
4	1	0,5	13	6,5	57	28,4	66	32,8	64	31,8	3,89	0,948
5	4	2	11	5,5	53	26,4	69	34,3	64	31,8	3,89	0,986
6	6	3	13	6,5	52	25,9	53	26,4	77	38,3	3,91	1,080
7	3	1,5	8	4	26	12,9	84	41,8	80	39,8	4,14	0,897
8	0	0	3	1,5	13	6,5	73	36,3	112	55,7	4,46	0,685
9	0	0	0	0	3	1,5	32	15,9	166	82,6	4,81	0,429
10	2	1	0	0	9	4,5	52	25,9	138	68,7	4,61	0,670
11	12	6	11	5,5	39	19,4	59	29,4	80	39,8	3,92	1,161
12	5	2,5	11	5,5	58	28,9	80	39,8	47	23,4	3,76	0,955
13	1	0,5	7	3,5	40	19,9	74	36,8	79	39,3	4,11	0,876
14	4	2	12	6	44	21,9	60	29,9	81	40,3	4	1,022
$\bar{x}=3,99$												

Tablo 3’ün incelenmesi, fen bilgisi öğretmenlerinin birçok çevre dostu davranışı sıklıkla sergilediklerini göstermektedir. Öğretmenlerin önemli bir kısmı; kısa mesafelerde motorlu araç kullanmak yerine yürümeyi ya da bisiklete binmeyi tercih ettiğini (%40,3), cam, kâğıt veya alüminyum gibi materyalleri geri dönüşüm kutularına attığını (%39,8) ve enerji tüketimini azaltmaya özen gösterdiğini (%55,7) ifade etmiştir. İthal ürünler yerine yerel yiyecekleri satın almaya yönelik davranışlarda da yüksek bir eğilim olduğu görülmekte olup, katılımcıların %41,3’ü “çoğu zaman”, %33,8’i ise “her zaman” seçeneğini işaretlemiştir.

Buna karşın, çevre koruma amaçlı protesto ya da gösterilere katılmaya yönelik davranışların daha düşük düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Bu maddeye verilen yanıtlarda “hiçbir zaman” seçeneği %47,3 ile en yüksek orana sahiptir.

Öğretmenlerin tekrar kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir ambalajlarda satılan ürünleri tercih etme eğilimleri incelendiğinde, katılımcıların %32,8'inin “çoğu zaman” seçeneğini işaretlediği görülmektedir. Çevreye zarar veren firmaların ürünlerini satın almaktan kaçınma davranışında ise %34,3 ile “çoğu zaman” ve %31,8 ile “her zaman” yanıtları dikkat çekmektedir.

Yere atılmış çöpleri toplama davranışında da olumlu bir eğilim olduğu görülmektedir; öğretmenlerin %38,3'ü “her zaman”, %26,4'ü “çoğu zaman” seçeneğini tercih etmiştir. Odadan çıkan son kişi olduğunda ışıkları kapatma davranışında ise “her zaman” seçeneğinin %82,6 gibi çok yüksek bir orana sahip olması, enerji tasarrufuna ilişkin farkındalığın belirgin olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, dış fırçalarken veya banyo yaparken su tüketimini azaltmaya özen gösterme maddesinde de “her zaman” yanıtının %68,7 ile en yüksek oranı oluşturduğu belirlenmiştir.

Çevre içerikli yayınları takip etme maddesinde en sık işaretlenen seçeneğin %39,8 ile “çoğu zaman” olduğu görülmektedir. Çevreye zarar veren kişilerin uyarılması davranışına ilişkin yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların %36,8'i “çoğu zaman”, %39,3'ü ise “her zaman” seçeneğini işaretleyerek bu konuda yüksek bir duyarlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, kişileri çevre dostu davranışlara yönlendirme maddesinde %40,3 oranıyla “her zaman” seçeneği en fazla tercih edilen yanıt olmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde, öğretmenlerin çevre dostu davranış puanlarının 5 üzerinden 3,99 düzeyinde olduğu görülmektedir. Maddeler arasında en yüksek ortalamanın, katılımcıların odadan çıkan son kişi olduğunda ışıkları kapattığını belirttiği 9. maddeye ait olduğu ve bu maddenin ortalamasının $\bar{x} = 4,81$ olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, çevre koruma amaçlı

protesto ya da gösterilere katılımı değerlendiren 3. madde en düşük ortalama puana sahip olup $\bar{x} = 2,23$ olarak hesaplanmıştır.

3.4. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Küresel Isınmaya Yönelik Bilgi, Tutum ve Çevre Dostu Davranış Düzeyleri Arasındaki Korelasyona İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin küresel ısınmaya yönelik bilgi, tutum ve çevre dostu davranış puanları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla korelasyon analizi uygulanmış ve analiz bulguları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Küresel ısınma konusundaki bilgi, tutum ve çevre dostu davranış puanları arasındaki ilişki

Ölçekler		Bilgi	Tutum	Çevresel Davranış
Bilgi	R	1		
	P			
	N	201		
Tutum	R	0,655**	1	
	P	0,000		
	N	201		
Çevresel Davranış	R	0,489**	0,752**	1
	P	0,000	0,000	
	N	201	201	201

** .01 düzeyinde anlamlı

Tablo 4'teki veriler incelendiğinde, öğretmenlerin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeyleri ile tutumları arasında orta düzeyde ve pozitif yönlü anlamlı bir ilişki bulunduğu görülmektedir ($r = 0,655$; $p < 0,05$). Bu sonuç, öğretmenlerin konuya yönelik bilgi birikimi arttıkça küresel ısınmaya dair tutumlarının da güçlendiğini göstermektedir.

Bunun yanı sıra, öğretmenlerin küresel ısınma tutumları ile çevre dostu davranışları arasında güçlü ve pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($r = 0,752$; $p < 0,05$). Bu bulgu, olumlu tutum düzeyinin artmasının öğretmenlerin çevresel davranışlarında da yükselme yarattığını ortaya koymaktadır.

Ayrıca, öğretmenlerin küresel ısınma bilgileri ile çevresel davranışları arasında orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir ($r = 0,489$; $p < 0,05$). Bu doğrultuda, öğretmenlerin küresel ısınma konusundaki bilgi düzeyleri arttıkça, çevreye yönelik sorumlu davranışları da artış göstermektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik bilgi, tutum ve çevre dostu davranış düzeylerini belirlemek ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar ile bu sonuçların ilgili alan yazınıla karşılaştırılmasına bu bölümde yer verilmiştir.

4.1. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Küresel Isınmaya İlişkin Bilgi, Tutum ve Çevre Dostu Davranış Düzeyleri Sonuçları

Araştırma sonuçları, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik bilgi düzeylerinin genel olarak yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Fen bilgisi öğretmenlerinin lisans programlarında; iklim, atmosfer, enerji dönüşümleri, sera gazları ve çevresel sorunlar gibi konularla ilgili dersler bulunmaktadır. Ayrıca öğretmenler fen bilimleri dersinde bu konuları işlemiş, öğrencilerine bu konuda bilgi aktarmışlardır. Öğretmenin öğrencisine doğru bilgi vermek istemesi, konuyla ilgili daha fazla araştırma yapmasına ve bilgi birikimini artırmasına katkı sağlamış olabilir. Temelli vd. (2011) tarafından ilköğretim öğretmenleriyle yaptıkları araştırmada, öğretmenlerin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeylerinin genel olarak yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Cini ve Mifsud (2018), ortaokul öğretmenlerinin çevre konularına yönelik bilgi düzeylerinin yüksek olduğunu raporlamışlardır. Eroğlu'nun (2009) fen bilgisi

öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmasında da adayların küresel ısınma konusundaki bilgilerinin ortalamanın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, araştırmanın sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir. Buna karşılık bazı araştırmalar farklı sonuçlara ulaşmıştır. Örneğin, Çamlıdağ ve Kılıçoğlu (2024), öğretmen adaylarının küresel ısınma bilgilerini orta düzeyde bulmuşlardır. Parmak ve Semiz (2024) fen bilimleri öğretmenlerinin iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri ve çözüm yollarına ilişkin bilgilerinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Herman vd. (2015), fen bilgisi öğretmenlerinin küresel iklim değişikliği konusundaki bilgi düzeylerinin yetersiz olduğunu belirlemiştir. Umurhan (2022), öğretmen adaylarının küresel ısınma bilgilerini beklenenden düşük düzeyde bulmuştur. Rosidin ve Suyatna (2017) çalışmalarında öğretmenlerin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeylerinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Sağır Uluçınar ve Bozgün'ün (2017) öğretmen adaylarıyla yürüttüğü çalışmalarında küresel ısınma ve sera etkisi kavramları hakkındaki bilgi düzeylerinin düşük olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmalar ise mevcut araştırmanın sonuçlarıyla örtüşmemektedir.

Araştırma sonuçlarına göre fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik tutum puanlarının genel olarak yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Çevre sorunlarına karşı duyarlılığı yüksek bireylerin tutumları da genellikle güçlüdür. Fen bilgisi öğretmenleri, alanları gereği çevre ve doğa duyarlılığına yatkınlık gösteren bir profil çizebilir. Bu da yüksek tutum düzeyinin bir nedeni olabilir. Dahası, fen bilgisi öğretmenleri, öğrencilere çevre bilinci kazandırmada kritik bir rol üstlenmektedir. Öğrencilerine ve topluma model olma isteği, öğretmenlerin tutumlarının yükselmesine neden olmuş olabilir. Erbasan ve Erkol (2020), sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında öğretmenlerin çevreye yönelik tutumlarının yüksek düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Cini ve Mifsud (2018) da ortaokul öğretmenlerinin

çevre konularına ilişkin tutumlarının yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Çamlıdağ ve Kılıçoğlu (2024) öğretmen adaylarının küresel ısınmaya yönelik tutumlarının yüksek seviyede olduğunu belirlemişlerdir. Bu bulgular, mevcut araştırmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir. Öte yandan, Umurhan (2022) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının küresel ısınmaya yönelik tutum düzeylerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, bu araştırma bulgularıyla çelişmektedir.

Fen bilgisi öğretmenlerinin çevre dostu davranış puanlarının genel olarak yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Fen bilgisi öğretmenlerinin, küresel ısınma ile ilgili bilgi düzeylerinin yüksek olmasının yanı sıra, küresel ısınmaya yönelik olumlu tutum geliştirdikleri için davranışsal düzeyde de daha etkin bireyler hâline gelmiş olabilirler. Çevre dostu davranışların oluşumunda bireylerin bilgi düzeyi ve tutumlarının önemli belirleyiciler olduğu, literatürde yapılan çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Kollmuss ve Agyeman, 2002). Cini ve Mifsud (2018) da araştırmalarında ortaokul öğretmenlerinin çevreye yönelik davranışlarının yüksek düzeyde olduğunu rapor etmişlerdir ve bu bulgu mevcut çalışma ile benzerlik göstermiştir. Öte yandan, Umurhan (2022) öğretmen adaylarının küresel ısınmaya yönelik davranış puanlarının orta düzeyde olduğunu belirlemiş olup, bu sonuç mevcut araştırmanın bulgularıyla uyuşmamaktadır.

4.2. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Küresel Isınmaya Yönelik Bilgi, Tutum ve Çevre Dostu Davranış Düzeyleri Arasındaki Korelasyon Sonuçları

Araştırma bulguları, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeyleri ile bu konuya yönelik tutumları arasında orta düzeyde ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu pozitif ilişki, öğretmenlerin küresel ısınma konusundaki bilgi birikimi arttıkça, konuya

yönelik tutumlarının da daha olumlu olduğunu göstermektedir. Küresel ısınma hakkında daha kapsamlı bilgiye sahip bireylerin, bu sorunun boyutlarını ve etkilerini daha açık biçimde fark ettikleri için çevreye karşı daha duyarlı tutumlar geliştirmeleri beklenen bir durumdur. Bu çalışmanın sonucu, alan yazındaki pek çok araştırmayla uyumluluk göstermektedir. Örneğin, Umurhan (2022) öğretmen adaylarının bilgi ve tutum düzeyleri arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki belirlemiş; Bilgi (2021) ise fen bilgisi öğretmen adaylarında daha düşük düzeyde de olsa benzer yönde pozitif bir ilişki tespit etmiştir. Benzer şekilde Şerbetçi (2023), öğretmen adaylarının küresel ısınma bilgileri ile tutumları arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir korelasyon olduğunu bildirmiştir. Öte yandan bazı çalışmaların bu araştırmayla örtüşmediği de görülmektedir. Özkan (2022), fen bilgisi öğretmenlerinin çevre konularına ilişkin bilgi ve tutumları arasında anlamlı bir ilişkiye ulaşamamış ve bunu çevre eğitimiyle ilgili seçmeli derslerin zorunlu olmamasına bağlamıştır. Cini ve Mifsud (2018) da benzer şekilde öğretmenlerin bilgi ve tutum düzeyleri arasında belirgin bir korelasyon bulamamış; bunun nedeni olarak hizmet içi eğitimlerin daha çok teorik içerik taşıması ve uygulamalı etkinliklerin yetersiz olmasını göstermiştir. Bu çalışmalar, mevcut araştırmanın sonuçlarıyla çelişmektedir.

Çalışma bulguları, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik tutumları ile çevre dostu davranışları arasında güçlü ve pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Bu durum, öğretmenlerin küresel ısınma konusuna karşı daha olumlu tutum geliştirdikçe, çevreyi korumaya yönelik davranışları da artırdıklarını ortaya koymaktadır. Pooley ve O'Connor (2000), çevreye yönelik olumlu tutumların bireylerin çevresel olaylara duyarlılığını artırdığını ve davranış eğilimlerini doğrudan etkilediğini ortaya koymuşlardır. Bu doğrultuda, olumlu tutumlara sahip öğretmenlerin küresel ısınma karşısında daha

fazla sorumluluk alma ve harekete geçme eğilimi gösterdikleri söylenebilir. Benzer şekilde, Cini ve Mifsud (2018) öğretmenlerin çevreye ilişkin tutum düzeyleri ile çevresel davranışları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki belirlemiş; Şerbetçi (2023) de öğretmen adaylarında tutum ve davranış arasında orta düzeyde pozitif yönde bir korelasyon tespit etmiştir. Bu çalışmalar, mevcut araştırmanın sonuçlarıyla uyumludur. Öte yandan, Umurhan'ın (2022) araştırmasında öğretmen adaylarının küresel ısınmaya yönelik tutum düzeyleri arttıkça davranış düzeylerinin azaldığı yönünde bir bulgu elde edilmiş olup, bu sonuç mevcut çalışmanın bulguları ile çelişmektedir. Bu durumun örneklem farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Araştırma bulguları, fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeyleri ile çevre dostu davranışları arasında orta düzeyde ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Bu ilişki, öğretmenlerin küresel ısınma konusuna dair bilgileri arttıkça çevreyi korumaya yönelik davranışlarının da arttığına işaret etmektedir. Steg ve Vlek (2009), çevresel bilginin bireylerin çevresel tehditleri değerlendirme ve davranış değişikliği gerçekleştirme süreçlerinde kritik bir rol oynadığını ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda, öğretmenlerin küresel ısınma konusunda daha fazla bilgi sahibi olmalarının, sorunun ciddiyetini daha net algılamalarını sağladığı ve bunun da çevre dostu davranışlarına yansıdığı düşünülmektedir. Alan yazındaki bazı araştırmalar da bu çalışmanın sonucuyla örtüşmektedir. Örneğin, Cini ve Mifsud (2018), öğretmenlerin çevreye ilişkin bilgi düzeyleri ile çevresel davranışları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki belirlemiştir. Benzer şekilde Şerbetçi (2023), öğretmen adaylarının küresel ısınma bilgileri ile davranış düzeyleri arasında anlamlı, ancak gücü daha düşük bir pozitif ilişki tespit etmiştir. Bununla birlikte, mevcut bulgularla çelişen çalışmalara da rastlanmıştır. Umurhan (2022), öğretmen adaylarında bilgi düzeyleri arttıkça küresel

ısınmaya yönelik davranışların azaldığını gösteren düşük düzeyde negatif bir ilişki raporlamıştır. Bu farklılığa örneklem özelliklerinin farklı olmasının sebep olduğu düşünülmektedir.

5. ÖNERİLER

Çalışmada fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya yönelik bilgi, tutum ve çevre dostu davranış düzeylerinin genel olarak yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda, öğretmenlerin bu alanlardaki gelişimlerinin sürdürülebilir biçimde izlenebilmesi için belirli dönemlerde yeniden ölçme uygulamaları yapılabilir ve elde edilen sonuçlar izleme-değerlendirme raporlarıyla takip edilebilir.

Fen bilgisi öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeyi arttıkça tutumlarının da olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda hizmet içi eğitimlerde güncel iklim bilimi, karbon döngüsü, enerji dönüşümleri gibi konulara yönelik programlar düzenlenebilir, bu sayede öğretmenlerin bilgileri güncel tutarak olumlu tutumları güçlendirilebilir.

Çalışmada küresel ısınma bilgisinin ve tutumlarının davranışlar üzerinde belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda bilgi ve tutumun davranışa geçişini destekleyebilecek okul uygulamaları düzenlenebilir. Geri dönüşüm, enerji tasarrufu, atık yönetimi vb. konularda okul projelerinde öğretmenlerin aktif rol üstlenmeleri teşvik edilebilir.

Öğrencilerin çevre dostu davranış geliştirmelerinde öğretmenlerin rol model etkisi güçlüdür; bu nedenle okullarda öğrenci-öğretmen iş birliğine dayalı sürdürülebilirlik projeleri artırılabilir.

Nicel bulguların nedenlerini daha derinlemesine ortaya koymak amacıyla nitel araştırmalar veya karma yöntem çalışmaları gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Bilgi, K. (2021). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının küresel ısınma hakkında bilgi ve tutum düzeylerinin incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi.
- Bozdoğan, A. E. (2009). Bir küresel ısınma tutum ölçeği geliştirilmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 2(1), 35-50.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi Yayınları.
- Cini, A., ve Mifsud, M. (2018). Knowledge, attitudes and behaviour towards the environment of secondary school teachers. In W. Leal Filho, M. Mifsud, M., & P. Pace (Eds.), *Handbook of lifelong learning for sustainable development. World sustainability series* (pp. 211-227). Springer.
- Çamlıdağ, E. ve Kılıçoğlu, G. (2024). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının küresel ısınmaya yönelik bilgi düzeyleri ve tutumlarının incelenmesi. *Journal of Anatolian Cultural Research*, 8(2), 195-213.
- Erbasan, Ö. ve Erkol, M. (2020). Sınıf öğretmenlerinin çevreye yönelik bilgi, tutum ve davranış düzeylerinin incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(24), 2443-2471.
- Eroğlu, B. (2009). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının küresel ısınma hakkındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Frick, J., Kaiser, F. G., ve Wilson, M. (2004). Environmental knowledge and conservation behavior: *Exploring prevalence and structure in a representative sample. Personality and Individual differences*, 37(8), 1597-1613.

- Gezer, M., ve İlhan, M. (2019). *İklim değişikliği bilgi testinin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması*. 27. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi Tam Metin Kitabı, 505-514.
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M. ve Lo, K. (2010). Global Surface Temperature Change. *Reviews of Geophysics*, 48, RG4004.
- Herman, B. C., Feldman, A. ve Vernaza-Hernandez, V. (2017). Florida and Puerto Rico secondary science teachers knowledge and teaching of climate change science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 451-471.
- Hiğde, E. (2014). *İdentifying determinants of pro-environmental behaviors: A case for climate change* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Ibtissem, M. H. (2010). Application of value beliefs norms theory to the energy conservation behaviour. *Journal of Sustainable Development*, 3(2), 129-139.
- Karasar, N. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemi; kavramlar, ilkeler, teknikler*. Nobel yayın dağıtım.
- Kollmuss, A. ve Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior. *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
- Özkan, M. C. (2022). *Fen bilgisi öğretmenlerinin çevre bilgi düzeyleri ile çevreye yönelik tutumları ve ortaokul çevre eğitimine yönelik görüşlerinin incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Parmak, H. ve Semiz, G. K. (2024). İklim değişikliği eğitimi, fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi ve yaklaşımlarının

değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 504-533.

Pooley, J. A. ve O'Connor, M. (2000). Environmental education and attitudes: Emotions and beliefs are what is needed. *Environment and Behavior*, 32(5), 711-723.

Rahmstorf, S. ve Coumou, D. (2011). Increase of extreme events in a warming world. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108 (44) 17905-17909.

Rosidin, U. ve Suyatna, A. (2017). Teachers and students knowledge about global warming a study in smoke disaster area of Indonesia. *International Journal Of Environmental and Science Education*, 12(4), 777-785.

Sağır Uluçınar, Ş. ve Bozgün, K. (2017). Öğretmen adaylarının küresel ısınma ve sera etkisi ile ilgili bilgi düzeylerinin incelenmesi. *International Journal of Eurasia Social Sciences* 8(30), 1777-1793.

Steg, L. ve Vlek, C. (2009). Encouraging proenvironmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 309-317.

Şahin, E. (2013). Predictors of turkish elementary teacher candidates energy conservation behaviors an approach on value belief norm theory. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8 (2), 269-283.

Şerbetçi, B. (2023). *Öğretmen adaylarının küresel ısınmaya yönelik bilinçleri* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Temelli, A., Kurt, M. ve Kurt, S. K. (2011). İlköğretim öğretmenlerinin küresel ısınmaya ilişkin görüşleri. *Kuram Eğitim Bilim*, 4(2), 208-220.

- Tok, G., Cebesoy, Ü. B. ve Bilican, K. (2017). Sınıf öğretmeni adayların iklim değişikliği farkındalıklarının incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 23-36.
- Umurhan, B. (2022). *Öğretmen adaylarının küresel iklim değişikliğine ilişkin bilgi, tutum ve davranışlarının incelenmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi.

FEN EĞİTİMİNDE MOBİL ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KULLANIMI¹

Selin YILDIZ¹

Gamze YILDIZ²

1. GİRİŞ

Mobil artırılmış gerçeklik (Mobile Augmented Reality–MAR), öğrenme ve eğitim üzerinde önemli bir etki potansiyeline sahip yeni teknolojilerden biri olarak değerlendirilmektedir. Mobil cihazların ortaya çıkışı ve yaygınlaşması, mobil öğrenme ile artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimde bütünleştirilmesine yönelik ilgiyi artırmıştır (Nincarean vd., 2013). Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality–AR), sanal nesnelerin gerçek dünya üzerine yerleştirilmesi yoluyla dijital ve fiziksel ortamların bütünleştirilmesini sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Azuma vd., 2002). Mobil bilişim platformlarındaki gelişmeler, AR teknolojisinin farklı alanlarda çeşitlenmesine olanak tanımış; eğitim, sağlık, üretim ve şehir planlaması gibi birçok alanda AR araştırma ve uygulamalarına yönelik ilginin artmasına yol açmıştır (Nazri ve Rambli, 2014; Mendoza-Ramírez, 2023). Bu bağlamda, mobil ortamda kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamaları, özellikle akıllı telefonlar aracılığıyla, AR teknolojisi için önemli bir büyüme alanı olarak öne çıkmaktadır (Bermejo ve Hui, 2021).

¹ Dr. Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ORCID: 0000-0001-8134-0864.

² Yüksek Lisans Öğr., Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, ORCID: 0009-0005-8505-6920.

Artırılmış gerçeklik sistemleri, sanal bilgileri bireyin fiziksel çevresine entegre ederek bu bilgilerin gerçek ortamın bir parçasıymış gibi algılanmasını sağlamaktadır (Höllerer ve Feiner, 2004). Bu teknoloji; multimedya uygulamaları, üç boyutlu (3B) modelleme, gerçek zamanlı izleme ve kayıt, akıllı etkileşim ve algılama gibi çeşitli teknik bileşenlerden yararlanmaktadır (Tianyu vd., 2017). Fiziksel çevrenin dijital bilgi katmanlarıyla bütünleştirilmesi, sayılar, metinler, semboller, ses, video ve grafikler gibi unsurların gerçek dünya üzerine yerleştirilmesi yoluyla gerçekleştirilebilmektedir (Arena vd., 2022). Bilgisayar yazılım ve donanımlarındaki gelişmelerle birlikte artırılmış gerçeklik, laboratuvar temelli teorik araştırma aşamasından kitle ve endüstriyel uygulamalara doğru ilerlemiş; dijital dünya ile gerçek dünya arasında bir köprü kurarak bireylerin çevrelerini tanıma ve deneyimleme biçimlerini dönüştürmüştür (Chen vd., 2019).

Eğitimde mobil artırılmış gerçeklik (MAG), öğrenme sürecini daha ilgi çekici hâle getirme ve öğrencilerin soyut kavramları anlamalarını destekleme potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda, fen bilgisi eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımı son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmiş ve öğrencilerin gerçek dünya deneyimleri kazanmalarına olanak tanıdığı görülmüştür (Coştu, 2025). Alan yazında, artırılmış gerçekliğin fen eğitimine uyarlanması öğrencilerin öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sunabileceği ve bu teknolojinin fen eğitiminde önemli bir potansiyel taşıdığı vurgulanmaktadır (Nielsen vd., 2016).

2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN KISA TARİHİ

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının tarihsel gelişimi incelendiğinde, ilk kavramsal örneklerden birinin 1901 yılında Frank Baum'un romanında tanıtılan ve karakterlerin özelliklerini

görsel olarak sunabilen “karakter işaretleyicisi” olduğu görülmektedir (Neumann, 2022). Teknolojik anlamda artırılmış gerçekliğe ilişkin ilk sistemlerden biri ise Morton Heilig tarafından geliştirilen ve 1957 yılına tarihlenen Sensorama Simülatörüdür (Schmalstieg ve Hollerer, 2016). 1960’lı yıllarda Ivan E. Sutherland tarafından geliştirilen başa takılan ekran sistemi ve Thomas A. Furness’in başa monteli ekran prototipi, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin gelişimine önemli katkılar sağlamıştır (Aschauer vd., 2021; Furness, 1986). 1980’li yıllarda Stephen Mann tarafından geliştirilen EyeTap prototipi, bilgisayar destekli görsel deneyimlerin bireysel kullanıma taşınmasına olanak tanımıştır (EyeTap Personal Imaging Lab., 2025).

1990’lı yıllarda artırılmış gerçeklik kavramı, Boeing mühendisleri Thomas ve David tarafından yapılan tanımlamayla kavramsal olarak resmiyet kazanmıştır (Thomas ve David, 1992). Bu dönemde Rosenberg’in Virtual Fixtures sistemi, Rekimoto’nun CyberCode işaretleyicileri ve Azuma’nın artırılmış gerçeklik tanımı, alanın kuramsal ve teknik temellerini güçlendirmiştir (Rosenberg, 1993; Rekimoto vd., 2000; Azuma vd., 2002). 2000’li yılların başından itibaren mobil ve taşınabilir artırılmış gerçeklik sistemleri geliştirilmiş; el tipi ve çok kullanıcı uygulamalar bu teknolojinin yaygınlaşmasını hızlandırmıştır (Reitmayr ve Schmalstieg, 2001; Wagner ve Schmalstieg, 2003; Möhring vd., 2004).

2005 yılından sonra artırılmış gerçeklik uygulamalarının mobil cihazlara uyarlanmasıyla birlikte bu teknoloji daha geniş kullanıcı kitlelerine ulaşmıştır (Henrysson vd., 2006; Greene, 2006). 2010’lu yıllarda Google Glass gibi giyilebilir teknolojiler ve mobil platformlar için geliştirilen yazılım geliştirme kitleleri, artırılmış gerçekliğin standartlaşmasını ve yaygınlaşmasını desteklemiştir (Rehman ve Cao, 2016; Linowes ve Babilinski, 2017). Son yıllarda ARKit ve ARCore tabanlı geliştirme

araçlarında yapılan iyileştirmeler, artırılmış gerçeklik uygulamalarının hızlı biçimde artmasına ve mobil cihazlarda yaygın olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır (Inkeroinen, 2020; Santi vd., 2021).

3. MOBİL ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMA ALANLARI

Mobil artırılmış gerçeklik kullanımının ilk örnekleri akademik laboratuvar uygulamaları, bakım ve onarım olmakla birlikte, bugün AG, çok çeşitli uygulamalarda kullanılabilmektedir. Bu büyük potansiyel, yeni teknolojileri eğitim, tıbbi, spor, askeri, sürüş yardımı, eğlence ve daha birçok uygulama gibi çeşitli uygulamalara yansıtılmaktadır (Dargan vd., 2023). Bu bağlamda aşağıda önemli AG teknolojilerine sahip gelişmekte olan sektörler/alanlar yer almaktadır:

- **Sağlık ve Tıbbi Uygulamalar:** AG sağlıkçıların çalışmalarını geliştirmelerine yardımcı olmakta ve aynı zamanda uygulamalarını da başarılı hale getirmektedir (Alper vd., 2016). Tıp alanında, AG teknolojisi tıp öğrencilerinin bilgilerini uygulamaları ve AG simülasyonu şeklinde pratik yapmaları için bir araç olarak rol oynar (Maier-Hein vd., 2011).
- **Üretim ve Endüstriyel Süreçler:** AG, endüstriyel ve üretim sektörlerinde önem taşımakta olup, AG ile sanal verileri fiziksel sisteme entegre ederek gerçekliğin gelişmiş bir versiyonunu oluşturur (Wang vd., 2013). AG ile çalışanlar gerçek çalışma alanındaki uygulamadan önce risksiz bir ortamda yeni prosedürleri öğrenirler. Böylece AG, teknisyenlere bakım ve onarım görevleri sırasında gerçek zamanlı bilgi ve rehberlik sağlayabilir (Nowak vd., 2021).

- **Spor ve Oyun:** AG teknolojisi ile spor alanında atletler, hız, yörünge ve form gibi verileri üst üste bindirerek performanslarını analiz etmek ve geliştirmek için kullanabilir. Spor taraftarları AG'yi kullanarak telefonları veya AG gözlükleri aracılığıyla gerçek zamanlı istatistiklere, oyuncu profillerine ve diğer etkileşimli içeriklere ulaşabilirler (Cossich vd., 2023). Mobil AG'nin oyunlar ve eğitici eğlence alanında uygulanmasıyla, sosyal etkileşim ve eğlenceli öğrenme mümkün hale gelir. Mobil AR'ler oyunlar ve eğitici eğlenceler için önemli bir potansiyel araç olmaktadır (Höllerer ve Feiner, 2004).
- **Reklamcılık:** AG pazarlamacılık ve reklamcılıkta da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Böylece hem maliyet hem de zaman açısından kazanç sağlanmaktadır. Pazarlama alanında AG teknolojisi ile müşteriler akıllı telefonlarla ürünleri tarayarak anında incelemelere, eğitimlere ve diğer içeriklere erişebilmektedir (De Oliveira, 2023). Bu bağlamda, tüketicilerine günlük alışverişlerinde yardımcı olmak için mobil AG uygulamalarını kullanmaktadır (Stamper, 2012).
- **Şehir Planlaması ve Akıllı Şehirler:** AG, dijital bilgileri gerçek dünyaya yerleştirerek, fiziksel ortamda dijital zeka ve analitiğin sorunsuz bir şekilde entegre edilmesini sağlamaktadır (Bibri ve Jagatheesaperumal, 2023). AG akıllı şehir girişimleri, toplu taşımayı, acil servisleri ve vatandaş katılımını iyileştirmek için AG uygulamalarından yararlanılmaktadır (Van Hoang, 2024).
- **Kültürel Miras:** Kültürel mirasın korunması ve muhafazasında, gerçek eserin korunması ve kurtarılması bazen zordur (Noh vd. 2009). Bu noktada, mobil AG, tarihi nesnelerin ve arkeolojik alanların yeniden inşası görselleştirmede faydalı bir rol oynar. Kısacası, mobil AG

gibi yeni teknolojilerin kurulması, kültürel mirastaki sorunların üstesinden gelmek için bir araç ve çözüm olarak kullanılabilir (Srdanović vd.,2024).

- **Eğitim ve Öğretim:** Eğitim ve öğretimde AG, güçlü bir araç olarak ortaya çıkmış olup, geleneksel öğretim yöntemlerinin yerini alarak, sürükleyici öğrenme imkanı sağlamaktadır (Mendoza-Ramírez vd., 2023). Eğitim ve öğretim alanındaki uygulamalara aşağıdaki başlıkta ayrıntılı değinilecektir.

4. EĞİTİM VE ÖĞRETİMDE MOBİL ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KULLANIMI

Eğitim ortamlarında uygulanabilir teknolojilerden biri olarak tanımlanan artırılmış gerçeklik, eğitimde önemli bir ilgi görmektedir. Endüstri 4.0'daki gelişmelerle desteklenen AG teknolojileri, çeşitli sektörlerdeki benimsenmelerine paralel olarak, eğitim ve öğretime yaygın olarak entegre edilmeye başlanmıştır (Avcı ve Taşdemir, 2019). AG'nin öğretim ve öğrenme ortamlarının geliştirilmesi için geniş potansiyel etkileri ve faydası bulunmaktadır (Klopfer ve Squire, 2008). AG gerçek dünyayı sanal unsurlarla kusursuz bir şekilde harmanlayarak, AG eğitim sürecini geliştirir, etkileşimi ve bilgi kalıcılığını teşvik eder. Eğitim alanında AG, öğrencilere dinamik ve etkileşimli bir öğrenme ortamı sunar. Ders kitapları, basılı içeriğin üzerine bindirilmiş 3B modeller, animasyonlar ve etkileşimli unsurlarla multimedya deneyimlerine dönüştürülebilir (Akçayır ve Akçayır, 2017). Bu bağlamda, kağıt, kalem ve cetvel gibi geleneksel materyallerin öğrencilerin geometrik şekilleri üç boyutlu olarak görselleştirmelerini ve çeşitli açılardan anlamalarını sağlamada genellikle yetersiz kaldığı göz önüne alındığında, artırılmış gerçekliğin derslere entegrasyonu büyük önem taşımaktadır (Özçakır ve Aydın, [2019](#)).

Mobil artırılmış gerçekliği ile eğitim seviyesini yükseltmek, verilen hizmetlerini güçlendirmek, girişimciliği teşvik etmek daha kolay gerçekleştirilebilir (Dalili Saleh vd., 2022). AG uygulamaları ile kaynak ve bilgi aramasını kolaylaştırarak kullanıcı etkinliğinin artırması, eğitimin güçlendirilmesi ve öğrenmenin geliştirilmesi, kullanıcıların bilgi okuryazarlığını ve yetkinliğini artırması, kaynak içeriğini zenginleştirilmesi sağlanabilir. Benzer şekilde, AG, gerçek dünya durumlarını simüle ederek, kursiyerlerin yeteneklerini güvenli ve kontrollü bir ortamda uygulamalarına ve geliştirmelerine olanak tanır (Potkonjak vd, 2016). Bu bağlamda, MAG kapsamında oluşturulan ZooAR ile öğrencilerin hayvanların sanal 3 boyutlu modelleriyle etkileşim kurmasına olanak tanıyarak benzersiz ve sürükleyici bir öğrenme deneyimi sunar. Öğrenciler, akıllı telefonları veya tabletleri aracılığıyla çeşitli hayvanların anatomisini, davranışlarını ve yaşam alanlarını keşfedebilirler (Huamanchahua vd., 2022). AG ile öğrenciler sanal karakterlerle röportaj yaparak etkileşim kurabilir, dijital öğeler toplayabilir ve fen, matematik ve dil problemlerini çözebilirler. Bu bağlamda, Dunleavy ve diğerleri (2009) geliştirdikleri Alien Contact adlı oyun uygulaması ile ortaokul öğrencilerinin matematik, dil sanatları ve fen bilimleri okuryazarlığı becerilerini artırılması sağlanmaktadır. Ayrıca, içeriklerin oyunlaştırması, kullanıcı rehberliğinin yapılması, araştırma ve etkileşimli ağlarda bilgi paylaşımını sağlaması, engelli bireylere yardımcı olunması, yenilikçi hizmetler ve dijital bilgiler sunulması AG' nin eğitimdeki avantajları içerisinde değerlendirilebilir (Dalili Saleh vd., 2022).

Eğitim alanında artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisinin kullanımı, öğrenme sürecini zenginleştiren ve öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının oluşturulmasına katkı sağlayan çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bu avantajlar aşağıda özetlenmiştir:

- Artırılmış gerçeklik teknolojisi, doğal ve sanal dünyaların etkileşimli biçimde bir araya getirilmesi yoluyla öğrencilerin derse olan ilgisini ve öğrenme motivasyonunu artırmaktadır (Chen ve Tsai, 2012).
- AG destekli öğrenme ortamları, öğrenciler ile öğretmenler arasında iş birliğini teşvik ederek etkileşimli ve paylaşımcı öğrenme süreçlerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Billinghurst, 2002).
- Gerçek ve sanal ortamlar arasında nesne etkileşimini destekleyen artırılmış gerçeklik uygulamaları, öğrencilerin öğrenme nesnelerini daha kolay kavramalarına ve anlamlandırmalarına olanak tanımaktadır (Singhal vd., 2012).
- Artırılmış gerçeklik teknolojisi, öğrenme sürecini ders saatleri ve okul sınırlarının ötesine taşıyarak öğrencilerin farklı zaman ve mekânlarda öğrenmelerini desteklemektedir (Burton vd., 2011).
- Artırılmış gerçeklik uygulamaları, fen eğitiminde yer alan soyut kavramların somutlaştırılmasına ve görselleştirilmesine olanak tanıyarak daha ilgi çekici ve etkili öğrenme ortamlarının oluşturulmasına katkı sunmaktadır (Sahin ve Yilmaz, 2020).
- Artırılmış gerçeklik teknolojisi, öğrencilerin yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini destekleyerek öğrenme sürecine aktif katılımlarını teşvik etmektedir (Klopfer ve Yoon, 2005).
- Karmaşık bilgilerin sade ve anlaşılır biçimde sunulmasına imkân tanıyan artırılmış gerçeklik uygulamaları, doğrudan gözlemlenemeyen konuların öğretimini kolaylaştırmakta ve soyut kavramların daha nesnel biçimde ele alınmasını sağlamaktadır (Fidan ve Tuncel, 2019).

- Artırılmış gerçeklik destekli öğrenme ortamları, öğrencilerin kendi öğrenme hızları ve tercih ettikleri öğrenme yolları doğrultusunda öğrenme sürecinin kontrolünü üstlenmelerine olanak tanımaktadır (Hamilton ve Olenewa, 2010).
- Farklı öğrenme stillerine hitap eden artırılmış gerçeklik uygulamaları, öğrenciler için zengin ve esnek öğrenme ortamlarının oluşturulmasını desteklemektedir (Huang vd., 2010).

Bununla birlikte, artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitimde sunduğu bu avantajlara rağmen, özellikle mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımında çeşitli sınırlılıklar ve zorluklar da bulunmaktadır. Mobil artırılmış gerçeklik (MAG) uygulamalarında karşılaşılan dezavantajlar, fen eğitimi bağlamında teknik ve teknik olmayan sınırlılıklar olarak ele alınmaktadır.

- **Teknik sınırlamalar** arasında, mobil cihazların küçük ekran boyutları, kamera kalitesine bağlı görüntü sorunları ve sınırlı pil kapasiteleri öne çıkmaktadır. Özellikle kamera kullanımını içeren tam özellikli AR uygulamaları, mobil cihazlarda hızlı enerji tüketimine neden olmakta ve bu durum MAR uygulamalarının yaygın kullanımını sınırlamaktadır (Kolsch vd., 2006; Swaminathan vd., 2013). Ayrıca, mevcut mobil cihazların donanımsal kısıtları nedeniyle gelişmiş izleme algoritmalarının geliştirilmesi ve uygulanması güçleşmekte; GPS ve jeomanyetik sensörlerin sınırlı doğruluğu sensör verilerinde gürültüye yol açmaktadır (Becker, 2010; Zhou vd., 2009 Becker, 2010). Gerçek ve sanal ortamlar arasındaki uyumsuzluklar da kullanıcı deneyimini olumsuz etkilemektedir. Bununla birlikte, hesaplama yoğun AR uygulamalarında görevlerin bulut sunucularına aktarılması ağ gecikmelerine neden olmakta; mevcut mobil ağların sınırlı

veri hızı ve gecikme süreleri gerçek zamanlı izleme ve etkileşimi zorlaştırmaktadır (Neumann ve You, 2002).

- **Teknik olmayan sınırlamalar** ise sosyal kabul, gizlilik ve faydalılık boyutlarında yoğunlaşmaktadır. Mobil cihazların uzun süre yüz hizasında tutulması fiziksel rahatsızlıklara yol açabilmekte ve mobil AR uygulamalarının sosyal kabulünü azaltabilmektedir. Ayrıca, birçok mobil AR uygulamasının sınırlı etkileşim sunması, kullanıcı deneyimini noktasal ve yüzeysel hâle getirmektedir (Shute, 2009). Gizlilik açısından bakıldığında, görüntü tanıma teknolojilerinin gelişimi, kişisel bilgilerin izinsiz biçimde elde edilmesi riskini artırmaktadır (Acquisti vd., 2014). Bunun yanında, bazı mobil AR uygulamalarının teknoloji odaklı tasarlanması, kullanıcı deneyimi ve pedagojik faydayı sınırlamakta; internet bağlantısına ve veri paketlerine olan bağımlılık da erişilebilirlik açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır (Kolsch vd., 2006; Turner, 2022).

5. FEN EĞİTİMİNDE MOBİL ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KULLANIMI

Fen eğitimi kapsamında öğrenciler fen derslerini birçok soyut kavram içeren, ilgi çekici olmayan bir konu olarak algıladıkları için fen derslerine daha az ilgi duyabilmektedirler. Öğrenciler fen eğitiminde karmaşık soyut kavramları tam olarak anlamakta zorlanırlar (Sahin ve Yilmaz, 2020). Bu durum, öğrencilerin fen ile ilgili kavramı iyi anlamada problem yaşamalarına ve yanlış anlamalara neden olabilir. Bu nedenle, bilimsel kavramları daha kesin bir şekilde, görsel materyaller kullanarak oluşturması gerekir Bu bağlamda, görselleştirme teknolojisi, fen alanında anlayışı teşvik etme ve yanlış anlamaları önleme konusunda uyarıcı bir potansiyele sahiptir (Abdusselam ve Karal, 2020). Böylece, AR görselleştirme teknikleri, yanlış

anlamaları gidermeye ve öğrencilerin daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Öğrencilerin anlama düzeyine göre, AR teknolojisi somutlaştırma ve görselleştirmede önemli bir rol oynar.

Fen eğitiminde mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, genel eğitim alanında sağladığı avantajlara ek olarak, aşağıda belirtilen avantajları sağlamaktadır.

- Soyut fen kavramlarının somutlaştırılması: Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, atom yapısı, manyetik alanlar, moleküler etkileşimler ve hücresel süreçler gibi doğrudan gözlemlenemeyen fen kavramlarının üç boyutlu ve etkileşimli biçimde sunulmasına olanak tanımakta; bu durum öğrencilerin zihinsel modeller oluşturmalarını kolaylaştırmaktadır (Cheng ve Tsai, 2013; Radu, 2014).
- Kavramsal anlama düzeyinin artırılması: Artırılmış gerçeklik destekli öğrenme ortamları, öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri dinamik biçimde keşfetmelerine imkân tanıyarak yüzeysel öğrenmenin önüne geçmekte ve kavramsal anlamayı desteklemektedir (Akçayır ve Akçayır, 2017; Ibáñez ve Delgado-Kloos, 2018).
- Bilimsel süreç becerilerinin desteklenmesi: Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları; gözlem yapma, değişkenleri belirleme, hipotez oluşturma ve çıkarımda bulunma gibi bilimsel süreç becerilerinin teknoloji destekli ve etkileşimli ortamlarda deneyimlenmesine katkı sağlamaktadır (Cheng ve Tsai, 2013).
- Deneysel çalışmalarda güvenli ve erişilebilir öğrenme ortamları sunması: Tehlikeli, maliyetli veya sınıf ortamında uygulanması güç deneylerin artırılmış gerçeklik yoluyla simüle edilmesi, öğrencilerin risk almadan deneysel süreçleri incelemelerine olanak tanımaktadır (Akçayır ve Akçayır, 2017; Ibáñez ve Delgado-Kloos, 2018). Fen eğitiminde

artırılmış gerçeklik kullanılmasıyla öğrencilerin her adımda eleştirel düşünmelerine ve en iyi sonuçları elde etmelerine olanak tanır (Chang ve Hwang, 2018).

- Öğrenme motivasyonu ve derse ilginin artırılması: Mobil cihazlar aracılığıyla sunulan artırılmış gerçeklik içerikleri, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik etmekte ve fen derslerine yönelik motivasyonlarını artırmaktadır (Akçayır ve Akçayır, 2017; Radu, 2014; Yılmaz, 2021). AR ile fen derslerinde öğrencilerin olguları çok boyutlu olarak tanımlarını, bilgileri daha iyi yorumlamalarını ve derslere dikkatlerini odaklamalarını sağlar (Wang ve Chi, 2012). Böylece, AR teknolojisi fen derslerinde öğrencilerin öğrenme sürecine olan ilgisini ve motivasyonunu artırabilir.

Bu avantajlara karşın, alan yazında artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen öğrenme süreçlerinde kullanımına ilişkin çeşitli sınırlılıklara da dikkat çekilmektedir. Bunlar:

- Fen kavramlarının temsiline bağlı kavramsal riskler: Artırılmış gerçeklik uygulamalarında fen kavramlarının görsel temsiline ilişkin pedagojik tasarımın yetersiz olması durumunda, öğrencilerin bu görsel temsilleri kavramın kendisiyle özdeşleştirebildiği ve bunun hatalı kavramsallaştırmalara yol açabildiği belirtilmektedir (Cheng ve Tsai, 2013).
- Bilimsel öğrenmede bilişsel yük artışı: Fen ve STEM alanlarında kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalarında, aynı anda sunulan çoklu görsel ve etkileşimli öğelerin öğrenciler üzerinde ek bilişsel yük oluşturabildiği ve bu durumun öğrenme sürecini olumsuz etkileyebildiği rapor edilmektedir (Radu, 2014).
- Deneysel öğrenmenin yerini alma riski: Artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen eğitiminde deneysel süreçleri

destekleyici bir araç olarak kullanılması gerektiği, buna karşın gerçek laboratuvar deneylerinin yerine geçecek biçimde kullanılmasının öğrenme açısından sınırlılıklar oluşturabileceği vurgulanmaktadır (Akçayır ve Akçayır, 2017).

KAYNAKÇA

- Abdusselam, M. S., ve Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29 (4), 407–424.
- Acquisti, A., Gross, R., ve Stutzman, F. (2014). Face recognition and privacy in the age of augmented reality. *Journal of Privacy and Confidentiality*, 6 (2).
- Akçayır, M., ve Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational research review*, 20, 1-11.
- Alper, A.; ,Sengün Özta,s, E.; Atun, H.; Moyenga, M. (2016). A systematic literature review towards the research of game-based learning with augmented reality. *Int. J. Technol. Educ. Sci.*, 5, 224–244.
- Arena, F., Collota, M., Pau, G., ve Termine, F. (2022). An overview of augmented reality. *Computers*, 11 (2), 28.
- Aschauer, A., Reisner-Kollmann, I., ve Wolfartsberger, J. (2021). Creating an open-source augmented reality remote support tool for industry: challenges and learnings. *Procedia Computer Science*, 180, 269-279.
- Avcı, A. F., ve Taşdemir, Ş. (2019). Periodic table teaching with augmented and virtual reality. *Journal of Selcuk-Technic*, 18 (2), 68-83.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., ve MacIntyre, B. (2002). Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 21 (6), 34-47.

- Becker, G. (2010). Challenge, Drama ve Social Engagement: Designing Mobile Augmented Reality Experiences. Web.
- Bermejo, C., ve Hui, P. (2021). A survey on haptic technologies for mobile augmented reality. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54 (9), 1-35.
- Bibri, S. E., ve Jagatheesaperumal, S. K. (2023). Harnessing the potential of the metaverse and artificial intelligence for the internet of city things: Cost-effective XReality and synergistic AIoT technologies. *Smart Cities*, 6 (5), 2397-2429.
- Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. *New horizons for learning*, 12 (5), 1-5.
- Burton, E. P., Frazier, W., Anneta, L., Lamb, R., Cheng, R., ve Chmiel, M. (2011). Modeling augmented reality games with preservice elementary and secondary science teachers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 19 (3), 303-329
- Chang, S. C., ve Hwang, G. J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers and Education*, 125, 226–239.
- Chen, C. M., ve Tsai, Y. N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59 (2), 638-652
- Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., ve Tian, M. (2019). An overview of augmented reality technology. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1237, No. 2, p. 022082). IOP Publishing
- Cheng, K.-H., ve Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future

- research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449–462.
- Cossich, V. R., Carlgren, D., Holash, R. J., ve Katz, L. (2023). Technological breakthroughs in sport: Current practice and future potential of artificial intelligence, virtual reality, augmented reality, and modern data visualization in performance analysis. *Applied Sciences*, 13 (23), 12965.
- Coştu, F. (2025). Exploring augmented reality (AR) in science education: Perspectives from gifted students. *The Journal of Educational Research*, 118 (1), 19-36.
- Dalili Saleh, M., Salami, M., Soheili, F., ve Ziaei, S. (2022). Augmented reality technology in the libraries of universities of medical sciences: identifying the application, advantages and challenges and presenting a model. *Library Hi Tech*, 40 (6), 1782-1795
- Dargan, S., Bansal, S., Kumar, M., Mittal, A., ve Kumar, K. (2023). Augmented reality: A comprehensive review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30 (2), 1057-1080.
- De Oliveira, G. A. C. (2023). *Reinventing the retail sector with Virtual Fitting Rooms: Consumer Perception* (Master's thesis, Universidade NOVA de Lisboa (Portugal)).
- Dunleavy, M., Dede, C., ve Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of science Education and Technology*, 18 (1), 7-22.
- EyeTap Personal Imaging Lab (2025). <http://www.eyetap.or>
- Fidan, M., ve Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers*

and Education, 142 (May), 103635.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103635>

Furness, T. A. (1986). The super cockpit and its human factors challenges. In *Proceedings of the human factors society annual meeting* (Vol. 30, No. 1, pp. 48-52). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Greene, K. (2006). Business Impact-Hyperlinking Reality via Phones.

Hamilton, K. (2011). 2011, from the Augmented Reality in Education Wiki: http://wik.ed.uiuc.edu/index.php/Augmented_Reality_in_Education

Henrysson, A., Billinghurst, M., ve Ollila, M. (2006). AR tennis. In *ACM SIGGRAPH 2006 Emerging technologies* (pp. 1-es

Höllerer, T., ve Feiner, S. (2004). Mobile augmented reality. *Telegeoinformatics: Location-based computing and services*, 21, 221-260.

Huamanchahua, D., Díaz-Beltrán, G., Trinidad-Palacios, A. G., ve Pajuelo-Ventocilla, C. M. (2022, October). Implementation of an augmented reality application to improve learning in elementary school children through playful games. In *2022 IEEE 13th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)* (pp. 0088-0094).

Huang, T. C., Chen, M. Y., ve Hsu, W. P. (2019). Do learning styles matter? Motivating learners in an augmented geopark. *Journal of Educational Technology & Society*, 22 (1), 70-81.

Ibáñez, M.-B., ve Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123.

- Inkeroinen, J. (2020). Enhancing learning experiences with AR and VR technology.
- Kamilakis, M., Gavalas, D., ve Zaroliagis, C. (2016). Mobile user experience in augmented reality vs. maps interfaces: A case study in public transportation. In *International conference on augmented reality, virtual reality and computer graphics* (pp. 388-396).
- Klopfer, E., ve Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational technology research and development*, 56 (2), 203-228.
- Klopfer, E., ve Yoon, S. (2005). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. *TechTrends*, 49 (3), 33-41.
- Kolsch, M., Bane, R., Hollerer, T., ve Turk, M. (2006). Multimodal interaction with a wearable augmented reality system. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 26 (3), 62-71.
- Linowes, J., ve Babilinski, K. (2017). *Augmented reality for developers: Build practical augmented reality applications with unity, ARCore, ARKit, and Vuforia*. Packt Publishing Ltd.
- Maier-Hein, L., Franz, A. M., Fangerau, M., Schmidt, M., Seitel, A., Mersmann, S., ... ve Meinzer, H. P. (2011). Towards mobile augmented reality for on-patient visualization of medical images. *Algorithmen-Systeme-Anwendungen Proceedings des Workshops 20.-22.* (pp. 389-393).
- Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martinez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. D. J., ve Vargas-Martínez, A. (2023). Augmented reality: survey. *Applied Sciences*, 13 (18), 10491.

- Möhring, M., Lessig, C., ve Bimber, O. (2004). Video see-through and optical tracking with consumer cell phones. In *ACM SIGGRAPH 2004 Sketches* (p. 107)
- Nazri, N. I. A. M., ve Rambli, D. R. A. (2014, June). Current limitations and opportunities in mobile augmented reality applications. In *2014 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS)*, IEEE, (pp. 1-4).
- Neumann, A. (2022). *CollAboRation-Opportunities of augmented reality for novel interaction paradigms and communication research* (Doctoral dissertation, Dissertation, Bielefeld, Universität Bielefeld).
- Neumann, U., ve You, S. (2002). Natural feature tracking for augmented reality. *IEEE Transactions on Multimedia*, 1 (1), 53-64.
- Nielsen, B. L., Brandt, H., ve Swensen, H. (2016). Augmented Reality in science education—affordances for student learning. *NorDiNa*, 12 (2), 157-
- Nincarean, D., Alia, M. B., Halim, N. D. A., ve Rahman, M. H. A. (2013). Mobile augmented reality: The potential for education. *Procedia-social and behavioral sciences*, 103, 657-664.
- Noh, Z., Sunar, M. S., ve Pan, Z. (2009, August). A review on augmented reality for virtual heritage system. In *International conference on technologies for E-learning and digital entertainment*, Berlin, (pp. 50-61).
- Nowak, A., Zhang, Y., Romanowski, A., ve Fjeld, M. (2021, September). Augmented reality with industrial process tomography: to support complex data analysis in 3D space. *ACM International Symposium on Wearable Computers*, (pp. 56-58)

- Özçakır, B., ve Aydın, B. (2019). Artırılmış gerçeklik deneyimlerinin matematik öğretmeni adaylarının teknoloji entegrasyonu öz-yeterlik algılarına etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10 (2), 314-335.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Matila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., ve Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.
- Rehman, U., ve Cao, S. (2016). Augmented-reality-based indoor navigation: A comparative analysis of handheld devices versus google glass. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 47 (1), 140-151
- Reitmayr, G., ve Schmalstieg, D. (2001, October). Mobile collaborative augmented reality. *IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality* (pp. 114-123). IEEE.
- Rekimoto, J., ve Ayatsuka, Y. (2000, April). CyberCode: designing augmented reality environments with visual tags. In *Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments* (pp. 1-10).
- Rosenberg, L. B. (1993, September). Virtual fixtures: Perceptual tools for telerobotic manipulation. In *Proceedings of IEEE virtual reality annual international symposium* (p76-82)
- Sahin, D., ve Yilmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students'

- achievements and attitudes towards science education. *Computers ve Education*, 144, 10371
- Santi, G. M., Ceruti, A., Liverani, A., ve Osti, F. (2021). Augmented reality in industry 4.0 and future innovation programs. *Technologies*, 9 (2), 33.
- Schmalstieg, D., ve Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Shute, T. (2009). Augmented Reality–Bigger than the Web: Second Interview with Robert Rice from Neogence Enterprises. *UgoTrade: Virtual Realities in “World 2.0*.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., ve Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, 49 (15).
- Srdanović, P., Skala, T., ve Maričević, M. (2024). Inheritance—a gamified mobile application with AR and VR for cultural heritage preservation in the metaverse. *Applied Sciences*, 15 (1), 257.
- Stampler L., (2012). IBM Is Testing An 'Augmented Reality' Mobile Shopping App Here's Today's Ad Brief [Online].
- Swaminathan, R., Schleicher, R., Burkard, S., Agurto, R., ve Koleczko, S. (2013). Happy measure: augmented reality for mobile virtual furnishing. *International Journal of Mobile Human Computer Interaction (IJMHCI)*, 5 (1), 16-44.
- Thomas, P. C., ve David, W. M. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Hawaii international conference on system sciences*, Vol. 2, (pp. 659-669).

- Tianyu, H., Quanfu, Z., ve ShenYongjie, D. H. (2017). Overview of augmented reality technology. *Computer Knowledge and Technology*, 34, 194-196.
- Turner, C. (2022). Augmented reality, augmented epistemology, and the real-world web. *Philosophy & Technology*, 35 (1), 19.
- Van Hoang, T. (2024). Impact of integrated artificial intelligence and internet of things technologies on smart city transformation. *Journal of technical education science*, 19 (Special Issue 01), 64-73.
- Wagner, D., ve Schmalstieg, D. (2003, October). First steps towards handheld augmented reality. In *Seventh IEEE International Symposium on Wearable Computers, 2003. Proceedings.* (pp. 127-127).
- Wang, C., ve Chi, P. (2012). Applying augmented reality in teaching fundamental earth science in junior high schools. In *Computer applications for database, education, and ubiquitous computing* (pp. 23–30). Springer.
- Wang, X., Kim, M. J., Love, P. E., ve Kang, S. C. (2013). Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in construction*, 32, 1-13
- Wikipedia (2025), The Eye of Judgment. https://en.wikipedia.org/wiki/The_Eye_of_Judgmen
- Yilmaz, O. (2021). Augmented Reality in Science Education: An Application in Higher Education. *Shanlax International Journal of Education*, 9 (3), 136–148
- Zhou, Z., Karlekar, J., Hii, D., Schneider, M., Lu, W., ve Witkopf, S. (2009). Robust pose estimation for outdoor mixed reality with sensor fusion. In *International Conference on*

Universal Access in Human-Computer Interaction. Berlin, (pp. 281-289).

FEN EĞİTİMİNDE DİJİTAL HİKAYE KULLANIMI

Selin YILDIZ¹

Zeynep Sena GÜN²

1. GİRİŞ

Bireyler, 21. yüzyılda süregelen teknolojik gelişmelerle sürekli karşı karşıyadır ve bu gelişmeler, kişinin hayatındaki tüm alanları etkilemektedir (Kurudayıoğlu ve Bal, 2014). Modern eğitim sisteminde dijital içeriklerin kullanımı, teknolojinin günlük yaşamımızda ne kadar önemli bir yer edindiğinin bir göstergesi olarak en önemli etkenlerden biri haline gelmektedir (Çakı ve Çam, 2024). Gelişen teknoloji ile birlikte hikayeler de farklı bir biçim almaktadır; dijital hikaye anlatımı günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır (Erdağı ve Eroğlu, 2023). Giderek dijitalleşen günümüz dünyasında, iletişim teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte dijital hikaye anlatımı da insanların hikayelerini aktarmak için kültürel bir araç haline gelmektedir (Sucu vd., 2019).

Günümüzde hikayeler, öğretim ve öğrenmeyi geliştirmek için etkili, eğlenceli ve yaratıcı bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bunun modern versiyonu ise dijital hikaye anlatımıdır (Eroğlu ve Okur, 2022; Özerbaş ve Öztürk, 2017). Dijital hikaye anlatımı, geleneksel hikaye anlatımı ile multimedya teknolojilerinin birleşimi olarak görülmekte ve

¹ Dr.; Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ORCID: 0000-0001-8134-0864.

² Yüksek Lisans Öğ. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı. ORCID: 0009-0003-7674-8672.

genellikle hikaye anlatma sanatını ses, görüntü ve video gibi multimedya unsurlarıyla birleştirme fikrine dayanmaktadır (Eroğlu ve Okur, 2022; Yılmaz vd., 2017). Dijital hikaye anlatımı, eski hikaye anlatma sanatının dijital medya ile bütünleştirilerek medya kullanımı açısından zengin hikayeleri anlatmak, paylaşmak ve korumak olarak tanımlanmaktadır (Kocaman-Karoğlu, 2016). Yılmaz ve diğerleri(2017)'ye göre dijital hikaye anlatımı, çeşitli yazılımlar kullanılarak hikayeye uygun metin, görüntü, animasyon ve müziği bir araya getiren ve hikayeyi en baştan düzenleyip sunan bir anlatım aracı olarak tanımlanabilir. Günümüzde birçok iletişim teknolojisi ve multimedya aracı kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin ve araçların kullanımıyla hikaye anlatımı değişmekte ve dijital hikaye anlatımı formatına dönüşmektedir (Yılmaz vd., 2017).

Dijital hikayeler ilk olarak 1980'lerin sonunda Joe Lambert ve Dana Atchley tarafından Kaliforniya, Berkeley'de bir sanat kuruluşu olarak ortaya çıkmaktadır (Eroğlu ve Okur, 2022). Dijital hikaye anlatımı daha önce radyo ve televizyon gibi geleneksel medya ortamlarında yer alırken, internetin hayatımıza girmesiyle birlikte hikaye anlatımı da çevrimiçi ortama taşınmıştır ve internet teknolojisinin gelişmesiyle birlikte Web 2.0'a geçiş, dijital hikaye üretimini dijital ortamda daha görünür hale getirmektedir (Erdağı ve Eroğlu, 2023; Sucu vd., 2019). İsminden de anlaşıldığı gibi, dijital hikayeler genellikle bilgisayar kaynaklı görüntüler, yazılı metinler, önceden kaydedilmiş sesli yorumlar, video klipler veya müziklerden oluşmaktadır (Yusupova ve Koyunlu Ünlü, 2025). Yeni nesil hikaye anlatımı olan dijital hikayeler, hikaye metnine resim, müzik ve ses dosyaları eklenerek bilgisayarda hikayeler oluşturmaya içeren bir yöntemi kapsamaktadır (Eroğlu ve Okur, 2022). Dijital hikayeler, geleneksel hikayelerden farklı olarak çoklu ortam unsurlarını içermektedir: Hikayeler; anlatının, resimlerin, videoların, müziklerin ve seslerin bir araya getirilmesiyle oluşmaktadır

(Küngerü, 2016). Dijital hikayeler, konuya bağlı olarak bilgilendirici, eğitici amaçlı ve gerçek veya kurgusal kişisel deneyimlerin anlatıları olarak kullanılabilmekte ve işlenen konular, kişisel hikayelerden tarihi olaylara kadar çeşitlilik göstermektedir (Yılmaz vd., 2017; Yusupova ve Koyunlu Ünlü, 2025).

Dijital hikaye anlatımı sürecinde: İlk bölümde, hikaye unsurlarıyla ilgili fikirler üretilir ve senaryolar hazırlanır; ikinci bölümde, hikaye teknolojik araçlar kullanılarak sanal ortamda hayata geçirilir ve seslendirilir; üçüncü bölümde, parçalar bir bütün olarak bir araya getirilir ve son bölümde dijital hikaye sunulur (Özerbaş ve Öztürk, 2017). Dijital hikaye oluşturma süreci; hikaye metninin yazılıp ses ve görsellerle birleştirilmesi ve geçiş efektleri ile fon müziği eklenmesiyle oluşmaktadır (Eroğlu ve Okur, 2022).

Dijital hikaye anlatımı için gerekli en temel ekipman bir bilgisayar ve bir mikrofondur. Buna başka teknolojik gereksinimler de eklenebilmektedir. Tarayıcı ve dijital fotoğraf/video kamera da kullanılabilir (Küngerü, 2016; Sucu vd., 2019). Dijital hikayeler oluşturmaya yardımcı olacak donanımlar; masaüstü veya dizüstü bilgisayarlar, ses ve video kayıt cihazları, kulaklıklar, hoparlörler, harici bellekler, tarayıcılar ve projektörler gibi araç ve gereçler olarak sıralanmaktadır (Eroğlu ve Okur, 2022). Dijital hikayeler oluşturmak için çevrimiçi olarak çeşitli ücretsiz veya ücretli web araçları ve bilgisayar yazılımları kullanılmaktadır (Ünal ve Çakır, 2023). Akıllı telefonlar ve benzeri mobil dijital araçlar, hikaye anlatımını doğrudan ve etkili bir şekilde sunmak için çok uygun ve etkili araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Rudenko vd., 2025).

Dijital hikaye anlatımının önemli bir yönü, geleneksel hikayelerden farklı olarak, birden fazla platformda ve farklı bakış

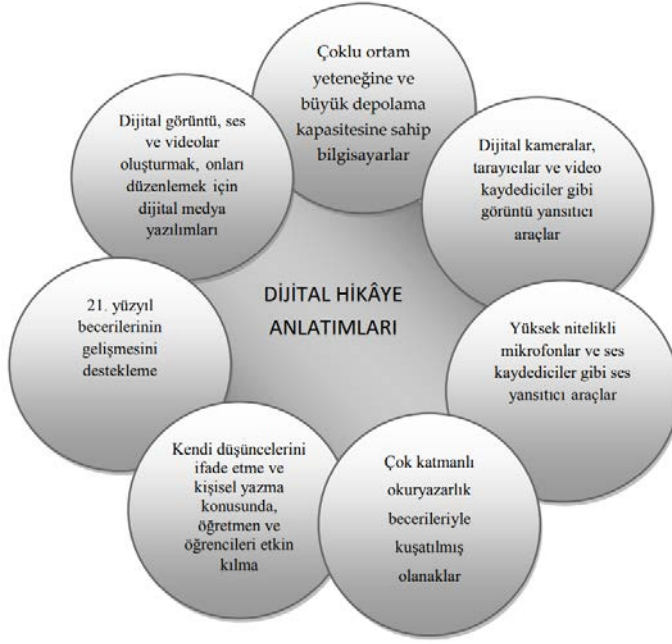
açılarından tekrar tekrar erişilebilir olmasıdır. Bu bağlamda, birçok duyuya ve beceriye hitap eden dijital hikayeler, uygun öğretim materyalleri olarak kullanılabilir (Kurudayıoğlu ve Bal, 2014). Sanal sınıf uygulamaları, zihin haritası oluşturma uygulamaları, sunu ve animasyon oluşturma uygulamalarının yanı sıra dijital hikaye uygulamaları şeklindeki Web 2.0 araçları da dijital dönüşüm sürecinde oldukça dikkat çekici olmaktadır (Çelik, 2021). Dijital hikayeler çeşitli multimedya formatlarına kolayca dönüştürülebilmekte ve web siteleri ile sosyal ağ araçları aracılığıyla paylaşılabilmektedir (Özsoy ve Ergen, 2019). Her türden dijital aracın oluşturulması sürecinde kullanılabilen dijital hikaye anlatımı, deneyimli kişiler tarafından oluşturulabileceği gibi, deneyimi olmayan kişiler tarafından da hazırlanabilmektedir (Sucu vd., 2019). Dijital hikaye anlatımı, bireylerin geleneksel medya araçlarının sınırlamalarından kurtulup yaşadıkları dünyayı ifade etmeleri için benzersiz bir araç olarak kabul edilmektedir (Küngerü, 2016). Videolar, görüntüler, yazılı ve sesli anlatımları arka plan müziği ile bütünleştirerek sanatsal yapılar haline gelen dijital hikayeler, içeriklerine duygusal derinlik katan bir yapı oluşturmaktadırlar (Arslan ve Çakır 2023). Dijital hikaye hazırlanırken, öncelikle izleyici kitlesinin seviyesine uygun bir konu seçilmesi önemli bir noktadır ve bu, hikayenin başarısını doğrudan etkilemektedir (Yusupova ve Koyunlu Ünlü, 2025).

2. EĞİTİMDE DİJİTAL HİKAYE KULLANIMI

Eğitim, teknolojiye en çok etkilenen alanlardan biridir. Bu yüzyılda teknoloji, bireylere internet ortamında etkileşimli öğrenme ve kişisel öğrenme alanları gibi pek çok imkan sunmaktadır (Kurudayıoğlu ve Bal, 2014). Hikaye anlatımı, eğitimcilerin öğrencilerin karmaşık bulduğu fikirleri, kavramları ve bilgileri daha anlaşılır hale getirmek amacıyla sıklıkla başvurdukları bir yöntemdir. Bu yönüyle hikaye anlatımı, genel,

bilimsel ve teknolojik konularda öğrenme çıktılarını güçlendiren etkili bir pedagojik yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Kurudayıoğlu ve Bal, 2014; Yılmaz vd., 2017).

Gelişen teknolojinin eğitim üzerindeki etkisiyle, hikaye ögesi farklı özellikler kazanmış ve hikayeler dijital ortama aktarılmaya başlanmıştır (Özerbaş ve Öztürk, 2017). Ünal ve Çakır (2023)'e göre, dijital hikaye anlatımı, geleneksel hikaye anlatımı ile multimedya teknolojilerinin birleşimi olarak öğrenme sürecini zenginleştirmektedir (Ünal ve Çakır, 2023). Dijital hikaye anlatım yöntemi, işitsel, görsel ve yazılı bileşenler gibi çeşitli multimedya öğelerini bir araya getirerek öğrencilerin öğrenmeyi eğlenceli hale getirmelerini amaçlayan bir yöntem olmaktadır (Arslan ve Çakır 2023). Wu ve Chen (2020)'ye göre dijital hikaye anlatımı, genellikle güçlü ve teknoloji destekli bir öğrenme yaklaşımı olarak sunulmaktadır. Teknoloji/medya okuryazarlığı ise dijital hikaye anlatımının sıklıkla vurgulanan eğitimsel faydaları arasında yer almaktadır. Eğitim teknolojilerinin temel becerilerin öğretilmesinde kullanılması gerektiği öngörülmektedir; üst düzey düşünme becerilerini destekleyen yöntem ve tekniklerden biri de dijital hikayelerin kullanılmasıdır (Kurudayıoğlu ve Bal, 2014). Öğretim materyali olarak kullanılan dijital hikaye anlatımlarının eğitimde kullanılmasıyla ortaya çıkan durum ve imkanlar Şekil 1'de gösterilmiştir (Matthews ,2014; Robin, 2008):



Şekil 1. Dijital hikaye anlatımları (Kurudayıoğlu ve Bal, 2014)

Şekil 1 de görüldüğü gibi dijital hikaye anlatımları; bilgisayarlar, görüntü ve ses kaydeden araçlar ve dijital içerik oluşturma yazılımlarının kullanılması sonucunda oluşur. Dijital hikaye oluştururken gerekli olan ilk unsur, görsel ve işitsel içeriklerin bir araya getirilmesini sağlayan ve büyük depolama alanına sahip olan bilgisayarlardır. Bunun yanı sıra video kaydediciler, dijital kameralar gibi araçlar dijital hikaye anlatımlarında görsel içeriğinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Ses öğelerini ve müzik kayıtlarını oluşturmak, hikaye oluşturma sürecinde ses araçlarıyla sağlanır. Artık dijital hikayelerin son halini alması için gerekli olan unsur da dijital medya yazılımlarıdır. Şekilden de görüldüğü gibi, dijital hikaye anlatımlarının kullanılması süreci, 21.yy becerilerinin gelişmesini destekler. Öğretmen ve öğrencileri bu süreçte etkin kılar. Bununla birlikte dijital hikaye anlatımları metin, görsellik ve işitsellik olarak zengin bir içeriğe sahip olduğu söylenebilir.

Teknoloji ile yaratıcılığı birleştiren dijital hikaye anlatımı, öğrencilerin dünyayı farklı şekillerde görmelerini, duymalarını ve algılamalarını sağlamaktadır (Kurudayıoğlu ve Bal, 2014; Özerbaş ve Öztürk, 2017). Öğrencilerin yaratıcılığını desteklemek ve eğitimin kalitesini yükseltmek için teknoloji temelli yöntemler benimsenmektedir; bu yöntemlerden biri de dijital hikaye anlatımı olmaktadır (Yaşar, 2025). Eğitimde dijital hikayelerin kullanımını incelendiğinde, soyut veya kavramsal içeriği daha anlaşılır hale getirdiği ve dersleri zenginleştirmek için kullanılabileceği görülmektedir (Eroğlu ve Okur, 2022). Görsel okuryazarlık, teknolojik yeterlilik, yaratıcılık ve problem çözme gibi becerilerin gelişimine katkıda bulunduğu söylenen dijital hikaye anlatımı uygulamalarının eğitim ortamlarında kullanımı, dünya genelinde ve ülkemizde artarak devam etmektedir (Kocaman-Karoğlu, 2016). Son zamanlarda yapılan araştırmalar, dijital hikayelerin sınıf uygulamalarında da kullanımının giderek yaygınlaştığını göstermektedir (Özsoy ve Ergen, 2019). Dijital hikayeler, kullanıcıların kendi hikayelerini tasarlayabilmelerini sağlayarak kişisel deneyimleri sunmak için bir öğretim ve öğrenim aracı olarak işlev görmektedir (Çıralı Sarıca, 2025). Dijital materyaller çoğu alanlarda ve her eğitim seviyesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Çakı ve Çam, 2024).

Öğrencileri dijital hikaye anlatımına dahil etmek bireysel gelişimlerini hızlandırarak teknolojiyi kullanma yeteneklerini artırmaktadır (Özerbaş ve Öztürk, 2017). Dijital hikaye anlatımı sürecine katılan öğrenciler, fikirlerini sistematik hale getirmeyi, soru sormayı ve düşüncelerini ifade etmeyi öğrenerek kapsamlı iletişim becerileri geliştirebilmektedirler (Eroğlu ve Okur, 2022). Dijital hikaye oluşturma uygulamalarının öğretmenler tarafından doğru kullanımı yapılandırmacı öğrenme ortamlarının oluşmasına da katkı sağlamaktadır (Çelik, 2021). Öğretim sürecinin yönlendiricisi olan öğretmenlerin derslerinde dijital

hikaye kullanması öğrenciler için daha kalıcı öğrenmeler sağlamaktadır (Özsoy ve Ergan, 2019). Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının dijital hikaye anlatımını bir öğretim materyali olarak geliştirmek için teknolojik bilgiye sahip olmaları, teknolojiyi yeterince kullanabilmeleri ve öğretilecek konu alanında yetkin olmaları beklenmektedir (Yılmaz vd., 2017). Günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte nitelikli bir öğretim süreci için öğretmen adaylarının dijital becerileri ve dijital hikaye yazma becerileri daha da önemli hale gelmektedir (Moreau vd., 2018; Özsoy ve Ergan, 2019). Sınıf ortamında dijital hikayeler, bir konuyu öğretmek için öğretim içeriğini sunmak veya bir sunum projesi olarak kullanılabilir (Kocaman-Karoğlu, 2016). Dijital hikayeler yapılandırılırken, öğrenim için belirlenmiş çerçevenin test edilmesi ve ilgili disiplinle rarası öğretim ekibinin bu konuda kararlılık göstermesi gerekmektedir (Arslan ve Çakır 2023). Öğrencilerin hikayelerini multimedya sunumlarına dönüştürmelerine yardımcı olmak için, fotoğrafçılık, tarama ve dijital çalışmalar gibi beceriler konusunda rehberliğe ihtiyaç duyulmaktadır (Ohler, 2006; Ünal ve Çakır, 2023). Öğretmenlerin dijital hikaye aracılığıyla öğretmek ve değerlendirmek istediği içeriğe bağlı olarak, iyi hazırlanmış hikaye öğeleri, eksiksiz bir anlatı ve özenle tasarlanmış bir senaryo hazırlamaları gerekmektedir (Ohler, 2006). Senaryo, öğrenciyi sıkacak ayrıntılar içermeden, açık ve anlaşılır bir dille yazılmalıdır. Gerçekçi duygular, ses, müzik ve ritim de dijital hikaye anlatımında önemli unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Yusupova ve Koyunlu Ünlü, 2025). İyi bir dijital öykü hazırlanması, öğretmenlerin dijital öyküyü oluşturan temel öğeleri iyi kavramalarına ve dijital öyküyü yayınlayacakları uygun dijital platformu doğru seçmelerine bağlı olmaktadır (Ünal ve Çakır, 2023).

Dijital hikaye anlatımı, öğrencilerin gerçek hayatla ilgili anlamlı deneyimler kazanmalarını sağlamakta ve günümüzün en

önemli öğrenme ve öğretme etkinlikleri arasında yer almaktadır (Çelik, 2021). Eğitim bağlamında, dijital hikaye anlatımı ve dijital hikayeler, hem öğrenciler hem de eğitimciler için güçlü bir öğretici, yeniden yapılandırıcı, düşünsel ve değişim yaratıcı araç, metot veya uygulama olarak tanımlanmaktadır (Çıralı Sarıca, 2025). Eğitsel ve pedagojik niteliği olan dijital hikayeler, 21. yüzyıl sınıfları için güçlü bir teknolojik araç olarak görülmektedir (Yusupova ve Koyunlu Ünlü, 2025).

3. FEN EĞİTİMİNDE DİJİTAL HİKAYE KULLANIMI

Bilgi teknolojisindeki hızlı gelişmeler sayesinde, Web 2.0 aracı olan dijital hikaye anlatımı, eğitim dünyasının ayrılmaz bir parçası haline gelmekte ve eğitimin her kademesinde kullanılmaktadır (Ünal ve Çakır, 2023). Dijital hikaye anlatımı, fotoğrafları, sesli anlatımı ve diğer efektleri bir araya getiren birkaç dakikalık görsel ve sesli video klipleri kapsamaktadır (De Jager vd., 2017). Mevcut uygulamada dijital hikaye anlatımı, fen eğitiminde geleneksel yöntemlere kıyasla daha fazla çeşitlilik sağlamakta ve öğrenme deneyimini kişiselleştirmektedir (Özsoy ve Ergan, 2019). Dijital hikayeler, ses, müzik ve görüntü seçimleri gibi dijital bileşenleri aracılığıyla duyguları ileterek izleyicide birçok duygu uyandırmakta, hikayeleştirilerek anlatılan konunun daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlamakta ve bu da fen eğitiminde öğrencilerin konuları daha akılda kalıcı olarak anlamalarını sağlamaktadır (Çıralı Sarıca, 2025). Dijital hikaye, bağımsız ve birinci şahıs anlatılarının multimedya ile birleştirilerek kısa süreli videolar hazırlanmasıyla oluşmaktadır (Moreau vd., 2018).

Dijital hikaye kullanımı, dersin daha somut hale gelmesini sağlamakta ve çeşitli duyu organlarına hitap ederek öğrencilerin fen öğreniminde etkili ve yaratıcı düşünceler geliştirmesine katkı

sağlamaktadır (Kırılmazkaya, 2024; Yaşar, 2025). Sınıfta derslerde kullanılan dijital hikayeler, öğrencilerin yaşadıkları ile bağlantı kurmalarına ve temel becerileri edinmelerine yardımcı olmaktadır (Pala, 2021). Fen eğitimi, teknoloji ve yeniliklere her zaman uyum sağlayan bir alan olmakta ve dijital hikaye kullanımı, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Çakı ve Çam, 2024; Kırılmazkaya, 2024). Ayrıca fen eğitiminde belirli konuların açıklamasını veya uygulanmasını kolaylaştıran dijital hikaye kullanımı gerçek hayattaki durumları hiçbir maliyet olmadan yaratarak öğrencilerin öğrenme sürecine katılımını artırmaktadır (Özsoy ve Ergan, 2019).

Fen eğitimi alanında dijital hikayeler, öğrencilerin teknolojik pedagojik alan bilgilerini geliştirmekte, 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarına katkı sağlamakta, araştırma ve sorgulamaya yönelik tutumlarını güçlendirmekte ve fen kavramlarını daha iyi anlamalarını sağlamaktadır (Yusupova ve Koyunlu Ünlü, 2025). Son yıllarda eğitimde kendinden bahsettiren dijital hikayeler, eğitimin her alandaki çalışmalara konu olmaktadır. Bu bağlamda fen eğitiminde de dijital hikayeler, konuları hikayeleştirerek öğrencilerin karmaşık kavramları somut bir şekilde kavramalarını sağlamaktadır (Pala, 2021).

Yapısı gereği, fen bilimlerinde yer alan soyut kavramlar açısından çok zengin bir içeriğe sahiptir ve dijital hikaye kullanımı, öğrencilerin fen kavramlarını somutlaştırmalarına ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Çakı ve Çam, 2024). Fen eğitiminde dijital hikayelerin materyal olarak kullanıldığı öğretim süreçlerinde, öğrenciler derse katılım süreçlerinde diğer öğrencilere göre daha aktif olmakta, anlamlı ve kalıcı öğrenmeler elde etmektedirler (Özsoy ve Ergan, 2019). Dijital hikayelerin öğrenme sürecinde teknoloji kullanımı, kişilerin eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini de

geliştirmektedir (Yusupova ve Koyunlu Ünlü, 2025). Dijital hikaye kullanımı öğrencilerin kişisel deneyimlerini, fikirlerini ve duygularını paylaşmaya yönelik uygulamalı bir öğrenme aracı sunarken, fen eğitiminde teknoloji kullanımını destekleyerek öğrencilerin duygusal etkileşimlerini ve teknolojik becerilerini de geliştirebilmektedir (Çıralı Sarıca, 2025).

Dijital hikayeler, geleneksel hikaye anlatımına yenilik getirmekle kalmayıp, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve problemlere çözüm üretme yetilerini kazanmalarına katkı sağlamakta önemli bir rol oynamaktadır (Çakı ve Çam, 2024). Buna ek olarak, dijital araçların kullanımı, öğrencilerin derse aktif katılımını sağlayarak sınıf içi işbirliğine dayalı etkinlikleri teşvik etmektedir (Çakı ve Çam, 2024; Özsoy ve Ergen, 2019). Ayrıca, dijital hikayeler fen eğitiminde argüman odaklı öğrenmeyi desteklemekte ve öğrencilerin konuları daha eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmelerine olanak sağlamaktadır. Öğrenciler, dijital hikayeleri çevrimdışı olarak kaydedip tekrar inceleyebilmekte; aynı zamanda web siteleri veya sosyal medya aracılığıyla sınırsız sayıda izleyiciyle paylaşarak öğrenme sürecini genişletip etkileşimli hale getirebilmektedirler (Çakı ve Çam, 2024; Moreau vd., 2018; Pala, 2021).

4. DİJİTAL HİKAYE KULLANIMININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Mevcut uygulamada geleneksel yöntemlere kıyasla daha fazla çeşitlilik sağlamak ve öğrenme deneyimini kişiselleştirmek, dijital hikaye anlatımının eğitimde kullanılmasının birçok avantajını ortaya koymaktadır (Kocaman-Karoğlu, 2016; Özsoy ve Ergen, 2019). Ses, görüntü ve hareketle anlatılan dijital hikayeler, öğrencilerin farklı duyularına hitap ettiği için öğrencilerin konuya ve derse olan motivasyonlarını artırmaktadır (Özerbaş ve Öztürk, 2017). Bunlara ek olarak dijital hikaye

anlatımı, öğrencilerin pragmatik yeterliliklerini geliştirmelerini sağlamakta ve modern araçlar sayesinde zengin ve anlaşılır öğrenme ortamları da oluşturabilmektedir (Kocaman-Karoğlu, 2016; Zhang vd., 2025).

Dijital hikayeler kullanıcıların yorumlama, çıkarımda bulunma ve kelime dağarcığı gelişimine katkı sağlamaktadır (Eroğlu ve Okur, 2022). Dijital hikayeler, öğrenme ortamlarıyla entegre edildiğinde zengin ve etkileşimli bir deneyim sunabilmektedir (Rudenko vd., 2025). Ayrıca dijital hikaye anlatımı süreci, öğrencilerin iletişim teknolojilerini etkili bir şekilde kullanmalarını da sağlamaktadır (Kocaman-Karoğlu, 2016). Wu ve Chen (2020) çalışmalarında, dijital hikaye anlatımının öğrencilerin dijital, teknoloji, bilgi ve görsel okuryazarlığı gibi 21. yüzyıl okuryazarlıklarını geliştirmeyi desteklediğini belirtmiştir. Dijital hikaye anlatımı, eğitim sürecine kavramsal olarak uyum sağlayarak öğrenmeyi desteklemektedir; bu da dijital hikayenin olumlu etkilerinden biri olmaktadır (Wu ve Chen, 2020).

Bununla birlikte, dijital hikayelerle geliştirilen ders içerikleri, öğrencilerin öğrenme sürecine olan motivasyonunu artırarak fikirlerin paylaşımını ve organize edilmesini kolaylaştırır; böylece dijital hikaye kullanımı bilginin anlamlı hale getirilmesine katkıda bulunmaktadır (Kocaman-Karoğlu, 2016; Yaşar, 2025). Eğitsel bağlamda dijital hikayelerin, deneyimlerin paylaşılmasında, eleştirel düşünmenin sağlanmasında ve öz farkındalığın oluşturulmasında etkili bir yöntem olarak kullanılabilmesi bu teknolojinin avantajları arasında yer almaktadır (Çıralı Sarıca, 2025). Dijital hikayeler, işlenecek konunun öğrencilerin zihninde canlanmasını sağlaması açısından da önemli bir avantaj sunmaktadır (Çakı ve Çam, 2024). Dijital hikayeler öğrenim başarısı, yazılı anlatım ve araştırma becerileri üzerinde de olumlu etkilere sahip olmaktadır (Pala, 2021).

Dijital hikaye anlatıcılığının bir biçim olarak duygusal, kişisel ve biraz fazla dışa dönük olması dijital hikaye anlatıcılığının olası sınırlılıkları arasında yer almaktadır (Küngerü, 2016). Dijital hikayelerde en önem verilen kısım, anlatılacak konu ile ilgili senaryodur; ancak senaryonun yetersiz hazırlanması, dijital hikayenin etkisini sınırlayan bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Çakı ve Çam, 2024). Birçok dijital hikaye, etkileşim ve sosyal ağların kullanımından yoksundur, bu da dijital hikayelerin bir başka sınırlaması olmakla birlikte öğretmenlerin multimedya teknolojisi konusundaki deneyim eksikliği de dijital hikaye kullanımının olumsuz yanlarından biri olabilmektedir (Küngerü, 2016; Ohler, 2006; Şimşek vd., 2018).

Akıllı telefon ve tablet sayısındaki artışa rağmen, fotoğraf çekmek, metin eklemek, ses ve video kaydetmek gibi çoklu ortam öğelerini dijital bir hikayede birleştirmek için kullanılabilecek düşük maliyetli uygulamaların geliştirilememesi, dijital hikaye kullanımının önemli bir sınırlılığı olarak ortaya çıkmaktadır (Ünal ve Çakır, 2023). Bireylerin teknolojiye, internete ve dijital araçlara erişim düzeyleri farklıdır. Bu durum fırsat eşitsizliğini artırarak dijital okuryazarlığın öne çıkan bir dezavantajını oluşturmaktadır (De Jager vd., 2017; Şimşek vd., 2018; Kocaman-Karoğlu, 2016; Wu ve Chen, 2020). Ayrıca dijital hikayelerin aşırı kullanımı, öğrencilerin diğer öğrenme süreçlerinden ve çevresel bağlamdan dikkatini uzaklaştırabilmektedir (Rudenko vd., 2025).

KAYNAKÇA

- Arslan, Ü., ve Çakır, H. (2023). Türkiye’de farklı öğretim seviyelerinde uygulanan dijital hikaye anlatım çalışmalarının öğrenci eğitsel çıktılarına etkisi: Bir literatür çalışması. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi*, 12(2), 31–44. <https://doi.org/10.51960/jitte.1286167>
- Çakı, M. N., ve Çam, A. (2024). Fen eğitiminde dijital hikaye kullanımına ilişkin çalışmaların içerik analizi: Türkiye örneği. Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty, 72, 28–60. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.1083019>
- Çelik, T. (2021). Dijital hikaye araçları kullanımı yetkinliği ölçeği (DHAKYÖ): Ölçek geliştirme çalışması. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 10(4), 1580–1597.
- Çıralı Sarıca, H. (2025). Dijital hikayelerin yansıtıcı öğrenme aracı olarak topluma hizmet uygulamalarında kullanımı: Bir alımlama çalışması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 15(2), 56–81. <https://doi.org/10.17943/etku.1574759>
- De Jager, A., Fogarty, A., Tewson, A., Lenette, C., ve Boydell, K. M. (2017). Digital storytelling in research: A systematic review. *The Qualitative Report*, 22(10), 2548–2582. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2017.2970>
- Erdağı, S., ve Eroğlu, A. (2023). Türkçe öğretmenlerinin dijital hikaye oluşturma deneyimleri. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 12(4), 1775–1791. <https://doi.org/10.7884/teke.1285738>
- Eroğlu, A., ve Okur, A. (2022). Dijital hikaye anlatımının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin hikaye yazma kaygıları

- üzerindeki etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(234), 1529–1552. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.824215>
- Kırılmazkaya, G. (2024). Fen bilgisi öğretmen adaylarının dijital hikâye oluşturma uygulamaları deneyimleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15(1), 200-222. <https://doi.org/10.51460/baebd.1424590>
- Kocaman-Karoğlu, A. (2016). Okul öncesi eğitimde teknoloji entegrasyonu: Dijital hikaye anlatımı üzerine öğretmen görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 7(1), 175–205. <https://doi.org/10.17569/tojq.87166>
- Kurudayıoğlu, M., ve Bal, M. (2014). Ana dili eğitiminde dijital hikaye anlatımlarının kullanımı. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (28), 74–95.
- Küngerü, A. (2016). Bir ifade aracı olarak dijital öykü anlatımı. *Abant Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 33–45.
- Matthews, J. (2014). Voices from the heart: The use of digital storytelling in education. *Community Practitioner*, 87(1), 28-30.
- Moreau, K. A., Eady, K., Sikora, L., ve Horsley, T. (2018). Digital storytelling in health professions education: A systematic review. *BMC Medical Education*, 18(1), 208.
- Ohler, J. (2006). The world of digital storytelling. *Educational Leadership*, 63(4), 44–47.
- Özerbaş, M. A., ve Öztürk, Y. (2017). Türkçe dersinde dijital hikaye kullanımının akademik başarı, motivasyon ve kalıcılık üzerindeki etkisi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 10(2), 102–110.
- Özsoy, G., ve Ergan, Ç. (2019). Sınıf öğretmeni adaylarının dijital hikaye oluşturma süreci: Bir eylem araştırması. 18.

Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu,
Kemer, Antalya, 16–20.

- Pala, F. (2021). Sosyal Bilgiler dersi Tarihe Yolculuk Ünitesi bağlamında dijital hikaye kullanımının öğrenci akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 43–58.
- Robin, B. R. (2008). Digital storytelling: A powerful technology tool for the 21st century classroom. *Theory Into Practice*, 47(3), 220-228.
<https://doi.org/10.1080/00405840802153916>
- Rudenko, S., Manoharan, K., Vreeke, J., Putney, C., ve Haahr, M. (2025, December). Developing a Ludonarrative Engine for a Historical Site Using Locative AR and Music: Psychogeography for Battle of the Boyne. In *International Conference on Interactive Digital Storytelling* (pp. 349–360). Cham: Springer Nature.
- Sucu, A., Şenkal, Y., ve Aydın, D. (2019). Sosyal ağlarda dijital hikaye anlatımı. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 14(53), 1–20.
- Şimşek, B., Koçak Usluel, Y., Çıralı Sarıca, H., ve Tekeli, P. (2018). Türkiye’de eğitsel bağlamda dijital hikaye anlatımı konusuna eleştirel bir yaklaşım. *Eğitim Teknolojisi Kuram Ve Uygulama*, 8(1), 158-186.
<https://doi.org/10.17943/etku.332485>
- Ünal, C., ve Çakır, H. (2023). Eğitimde dijital öykü araştırmalarının incelenmesi ve dijital öykü araçlarının sınıflandırılması. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 27(2), 437–456.
- Wu, J., ve Chen, D. T. V. (2020). A systematic review of educational digital storytelling. *Computers and*

Education, 147, 103786.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103786>

- Yaşar, E. (2025). Öğretmen adaylarının sosyal bilgiler öğretiminde dijital hikaye yöntemi ile destan ve efsane metinlerini kullanımı. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 15(2), 679–721.
<https://doi.org/10.18039/ajesi.1623546>
- Yılmaz, Y., Üstündağ, M. T., ve Güneş, E. (2017). Öğretim materyali olarak dijital hikaye geliştirme aşamalarının ve araçlarının incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 1621–1640.
<https://doi.org/10.17240/aibuefd.2017.17.31178-338851>
- Yusupova, A., ve Koyunlu Ünlü, Z. (2025). Sınıf öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları dijital hikayelerin 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 154–172.
<https://doi.org/10.17679/inuefd.1524773>
- Zhang, Y., Fauzi, W. J., ve Kassim, H. (2025). Input-based instruction as a teaching strategy for enhancing EFL speaking skills: A systematic review. *Discover Education*, 4(1), 534.

FEN EĞİTİMİ ÖZELİNDE ÖZ YANSITMA BECERİLERİ

Ahmet BOLAT¹

1. GİRİŞ

Günümüz eğitim anlayışı, bireylerin yalnızca bilgi edinmesini değil, bilgiyi sorgulama ve yeniden yapılandırma becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda Öz yansıtma, bireyin kendi öğrenme süreçlerini analiz ederek yeni öğrenme stratejileri geliştirmesini sağlayan üst düzey bir metabilişsel beceri olarak öne çıkmaktadır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde eleştirel düşünme, problem çözme ve Öz yansıtma temel beceriler arasında yer almaktadır. Sorgulama ve değerlendirmeye dayalı yapısı nedeniyle fen bilimleri dersleri, Öz yansıtma becerilerinin geliştirilmesi için uygun bir öğrenme ortamı sunmaktadır.

1.1. Öz Yansıtma Becerilerinin Tanımı ve Temel Özellikleri

Öz yansıtma becerileri, bireyin kendi düşünce, duygu ve davranışlarını bilinçli biçimde gözlemleyip değerlendirmesi ve bu farkındalık doğrultusunda kendini geliştirmesini ifade etmektedir. Bu beceriler, bireyin deneyimlerinden ders çıkarmasını, güçlü ve zayıf yönlerini fark etmesini ve kişisel ya da mesleki gelişimini yönlendirmesini sağlamaktadır (Brownhill, 2023; Heydari & Beigzadeh, 2024). Öz yansıtma, geçmiş yaşantıların yanı sıra mevcut durumun analizini ve geleceğe

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Hitit Üniversitesi, Sungurlu Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0002-3581-2899.

yönelik davranışların öngörülmesini kapsayan, yaşam boyu öğrenmeyi destekleyen bir süreçtir (Brownhill, 2023).

Metabilişsel bir süreç olarak Öz yansıtma, bireyin kendi düşünme ve öğrenme stratejilerini fark ederek daha bilinçli biçimde düzenlemesine olanak tanımakta; bu durum öz-düzenleme becerilerinin gelişimini ve profesyonel yeterliğin artmasını desteklemektedir (Heydari & Beigzadeh, 2024). Öz yansıtma; kendini gözlemleme, eleştirel düşünme, duygusal farkındalık ve hedef belirleme gibi alt bileşenlerden oluşan çok boyutlu bir yapı sergilemektedir (Ghanizadeh, 2017; Brownhill, 2023).

Araştırmalar, Öz yansıtma ve eleştirel düşünme becerilerinin akademik başarıyı anlamlı biçimde yordadığını ve öğrencilerin daha etkili öğrenme stratejileri geliştirmelerine katkı sunduğunu göstermektedir (Ghanizadeh, 2017; Halimatussya'diyah, 2024; Zeng et al., 2024). Mesleki yaşamda ise rehberli Öz yansıtma uygulamalarının etik ve empatik liderlik, yaratıcı problem çözme, mesleki performans ve iş doyumunu artırdığı ortaya konulmuştur (Kiersch & Gullekson, 2021). Bu yönüyle Öz yansıtma, akademik, mesleki ve kişisel gelişimi bütüncül biçimde destekleyen temel bir gelişim süreci olarak değerlendirilmektedir (Heydari & Beigzadeh, 2024).

1.2. Öz Yansıtma Becerilerinin Geliştirilmesi

Öz yansıtma becerileri doğuştan gelen yetiler olmayıp eğitim, deneyim ve sistematik uygulamalar yoluyla geliştirilebilen dinamik bir süreçtir. Yapılandırılmış yansıtıcı sorular, yazılı yansıtma, mentorluk, grup yansıtma oturumları ve geri bildirim alma gibi yöntemler, bireyin bilişsel ve duygusal farkındalığını artırarak bu süreci desteklemektedir (Brownhill, 2023; Deveci & Wyatt, 2021; Heydari & Beigzadeh, 2024).

Ancak zaman baskısı, yoğun akademik süreçler, destekleyici olmayan öğrenme ortamları ve yetersiz rehberlik öz

yansıtmanın etkililiğini sınırlayabilmektedir. Savunmacı tutumlar ve hatalarla yüzleşmede yaşanan güçlükler de sürecin derinliğini azaltmakta; bu durum güven temelli ve yargılayıcı olmayan öğrenme ortamlarının gerekliliğini ortaya koymaktadır (Heydari & Beigzadeh, 2024).

Öz yansıtma becerileri, yaşam boyu öğrenme, kişisel farkındalık ve mesleki gelişimde temel bir rol üstlenmektedir. Bu becerilerin sistematik biçimde desteklenmesi, eleştirel düşünme, duygusal zekâ ve problem çözme yetkinliklerini güçlendirerek bireylerin daha bilinçli ve etkili bir yaşam sürdürmelerine katkı sağlamaktadır (Brownhill, 2023; Devenci & Wyatt, 2021; Ghanizadeh, 2017; Halimatussya'diyah, 2024; Heydari & Beigzadeh, 2024; Kiersch & Gullekson, 2021; Zeng et al., 2024).

1.3. Öz Yansıtma Becerilerinin Önemi

Öz yansıtma becerileri, bireyin kendi düşünce, duygu ve davranışlarını bilinçli biçimde değerlendirerek bu değerlendirmelerden anlam çıkarması ve kendini geliştirmesi sürecini ifade etmektedir. Günümüzde Öz yansıtma; yaşam boyu öğrenme, akademik başarı ve profesyonel yeterlilik açısından temel bir beceri olarak görülmektedir (Heydari & Beigzadeh, 2024). Öz yansıtma, öz-farkındalığı artırarak bireyin güçlü ve zayıf yönlerini sorgulamasına, daha bilinçli karar alma ve öz-düzenleme becerileri geliştirmesine katkı sağlamaktadır. Ancak bu sürecin ruminasyona dönüşmesi durumunda psikolojik iyi oluşu olumsuz etkileyebileceği vurgulanmaktadır (Frank, 2021; Heydari & Beigzadeh, 2024).

Eğitim bağlamında Öz yansıtma, öğrencilerin öğrenme süreçlerini değerlendirmelerini ve öz-yönetimli öğrenme kapasitelerini geliştirmelerini desteklemektedir. Araştırmalar, Öz yansıtma ve eleştirel düşünmenin akademik başarıyı ve mesleki yeterliliği anlamlı biçimde yordadığını göstermektedir (Contreras et al., 2020; Ghanizadeh, 2017; Heydari & Beigzadeh, 2024).

Mesleki ve toplumsal düzeyde Öz yansıtma, etik duyarlılık, empatik iletişim, liderlik ve problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sunmakta; kurumsal düzeyde ise üretkenlik ve iş doyumunu artırmaktadır (Lane & Roberts, 2020).

1.4. Öz Yansıtma Becerilerinin 21. Yüzyıl Becerileri Açısından Önemi

21.yüzyıl, bilgiye erişimin hızlandığı ve küresel rekabetin arttığı bir bağlamda bireylerden eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim, iş birliği, problem çözme, öz-yönetim ve dijital okuryazarlık gibi çok boyutlu beceriler talep etmektedir (Karaca-Atik et al., 2023). Bu çerçevede Öz yansıtma, söz konusu becerilerin gelişimini destekleyen ve bireylerin kişisel ile profesyonel yaşamlarında başarıya ulaşmalarında merkezi rol üstlenen temel bir süreç olarak değerlendirilmektedir (Brownhill, 2021; Maor et al., 2023). 21.yüzyıl becerileri genellikle eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim ve iş birliği ekseninde ele alınmakta; buna öz-yönetimli ve yaşam boyu öğrenme becerileri eşlik etmektedir (Tang et al., 2020). Öz yansıtma, bireyin kendi düşünme süreçlerini ve davranışlarını analiz etmesine olanak tanıyarak bu becerilerin bilişsel ve duyuşsal boyutta bütüncül biçimde gelişmesini sağlamaktadır (Brownhill, 2021; Maor et al., 2023).

Araştırmalar, Öz yansıtma ile eleştirel düşünme ve problem çözme arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu; bu sürecin yaratıcılığı ve yenilikçi çözüm üretme kapasitesini desteklediğini göstermektedir (Maor et al., 2023; Tang et al., 2020). Ayrıca Öz yansıtma, iletişim ve iş birliği bağlamında empati geliştirmeyi ve etkili etkileşim stratejileri oluşturmayı desteklemekte; öz-yönetimli ve yaşam boyu öğrenmenin temelini oluşturmaktadır (Miliou et al., 2023). Bu yönüyle Öz yansıtma becerileri, 21. yüzyılın değişken koşullarında bireylerin eleştirel düşünen,

yaratıcı, iş birliğine açık ve yaşam boyu öğrenen bireyler hâline gelmelerinde temel bir işleve sahiptir.

Öz yansıtma becerileri, 21. yüzyılın gerektirdiği çok boyutlu yetkinliklerin gelişiminde temel bir rol üstlenmektedir. Günümüzün bilgi temelli dünyasında bireylerden yalnızca bilgiye sahip olmaları değil, bilgiyi sorgulama, anlamlandırma ve etkili biçimde kullanabilmeleri beklenmektedir. Bu bağlamda eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim, iş birliği ve öz-yönetimli öğrenme gibi 21. yüzyıl becerileri, Öz yansıtma süreçleri aracılığıyla daha derin ve kalıcı biçimde gelişmektedir (Karaca-Atik et al., 2023; Tang et al., 2020). Öz yansıtma, bireyin öğrenme deneyimlerini değerlendirerek güçlü ve gelişime açık yönlerini fark etmesini ve bu farkındalık doğrultusunda yeni öğrenme stratejileri geliştirmesini sağlamaktadır. Bu süreç, öğrenmenin yüzeysel bilgi ediniminin ötesine geçerek anlamlandırmaya dayalı bir yapıya dönüşmesini desteklemekte ve öz-yönetimli öğrenme becerilerini güçlendirmektedir.

Eğitimden iş yaşamına kadar farklı bağlamlarda öz yansıtmanın sistematik biçimde desteklenmesi, bireylerin değişime uyum sağlama ve sürdürülebilir başarı elde etme potansiyelini artırmaktadır. Bu nedenle Öz yansıtma becerilerinin geliştirilmesi, 21. yüzyılın gerektirdiği nitelikli bireylerin yetiştirilmesinde çağdaş eğitim programlarının öncelikli hedefleri arasında yer almalıdır.

1.5. Öz Yansıtma Becerilerinin Üst Düzey Düşünme Becerileri Açısından Önemi

21.yüzyıl eğitim anlayışı, öğrencilerden yalnızca bilgiye ulaşmalarını değil, bilgiyi anlamlandırma, analiz etme, eleştirel biçimde değerlendirme ve karmaşık problemlere yaratıcı çözümler üretebilme becerilerini geliştirmelerini beklemektedir. Bu doğrultuda Öz yansıtma, üst düzey düşünme becerilerinin gelişiminde merkezi bir rol üstlenmekte; bireylerin bilgiyi pasif

biçimde tüketen değil, sorgulayan ve yeniden yapılandıran öğrenenler hâline gelmesini desteklemektedir. Üst düzey düşünme becerileri; analitik ve eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme, karar verme ve argümantasyon gibi karmaşık bilişsel süreçleri kapsamaktadır. Alanyazın, Öz yansıtma süreçlerinin bu becerilerin gelişimini doğrudan ve dolaylı biçimde desteklediğini; özellikle yapılandırılmış ve rehberli Öz yansıtma uygulamalarının öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha derinlemesine sorgulamalarına olanak tanıdığını göstermektedir (Guo et al., 2024; Iordanou, 2022).

Öz yansıtma, bireyin kendi inançlarını, varsayımlarını ve karar alma süreçlerini sorgulamasını sağlayarak eleştirel ve analitik düşünmenin temelini oluşturmaktadır. Ayrıca problem çözme sürecinin planlanması, izlenmesi ve değerlendirilmesini destekleyerek yaratıcı ve yenilikçi çözüm üretme kapasitesini güçlendirmektedir (Guo et al., 2024). Metabilişsel farkındalığı artıran Öz yansıtma, öğrencilerin düşünme süreçlerini bilinçli biçimde yönetmelerine ve öz-düzenleme becerilerini geliştirmelerine katkı sunmaktadır (Rehan et al., 2025). Bununla birlikte yansıtıcı etkinlikler, argümantasyon becerilerini destekleyerek kanıta dayalı düşünme ve karşıt görüşleri değerlendirme kapasitesini artırmaktadır (Iordanou, 2022).

Öz yansıtma becerileri, 21. yüzyıl öğrenme paradigmaları içinde bilişsel ve metabilişsel gelişimi bütüncül biçimde destekleyen temel bir öğrenme aracı olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle eğitim programlarında Öz yansıtma odaklı yaklaşımların sistematik biçimde yer alması, üst düzey düşünme becerilerinin kalıcı ve sürdürülebilir biçimde kazandırılması açısından kritik önem taşımaktadır.

1.6. Uygulama Örnekleri ve Araştırma Bulguları

Yapılandırılmış yansıtıcı öğrenme modelleri, özellikle işbirlikli yansıtıcı öğrenme ortamları ve e-portfolyo

uygulamaları, öğrencilerin analitik ve eleştirel düşünme becerilerinde anlamlı gelişmeler sağlamaktadır (Guo et al., 2024). Bu yaklaşımlar, öğrencilerin bilgiyi sorgulamalarını ve kendi öğrenme süreçlerine ilişkin farkındalık geliştirmelerini desteklemektedir. Metabilişsel stratejiler ve yinelenen yansıtma uygulamaları, planlama, izleme ve değerlendirme becerilerini güçlendirerek akademik başarıyı ve üst düzey bilişsel performansı artırmaktadır (Rehan et al., 2025). Ayrıca yansıtıcı öğrenme ortamları, problem çözme, yaratıcılık ve karar verme gibi üst düzey bilişsel süreçleri destekleyerek bilişsel esneklik ve yenilikçi düşünmeyi güçlendirmektedir (Mao, 2023; Michalsky, 2024). Öz yansıtma becerileri, eleştirel ve analitik düşünme, metabilişsel farkındalık ve problem çözmenin gelişiminde temel bir bileşen olup, eğitim sistemlerinde sistematik biçimde desteklenmesi öğrencilerin bilişsel derinliğini ve akademik başarısını artırmada etkili bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

2. ÇALIŞMANIN İÇERİĞİ

2.1. Öz Yansıtma Becerilerinin Fen Bilimleri Dersi Açısından Önemi

Fen bilimleri eğitimi, öğrencilerin bilimsel düşünme, problem çözme, eleştirel değerlendirme ve yaratıcılık gibi üst düzey bilişsel becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bütüncül bir öğrenme alanıdır. Bu bağlamda Öz yansıtma becerileri, öğrenme sürecinin niteliğini artıran temel bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Araştırmalar, fen bilimleri derslerinde bireysel ve grup temelli yansıtıcı etkinliklerin öğrencilerin farkındalıklarını, öz-düzenleme becerilerini ve öğrenme süreçlerini anlamlı biçimde geliştirdiğini göstermektedir (Bett et al., 2023) Senaryo temelli ve problem temelli öğrenme ile rehberli sorgulama gibi yansıtıcı yaklaşımlar, bilimsel yaratıcılık, eleştirel düşünme ve

argümantasyon becerilerini güçlendirmekte; bilimin doğasının ve bilimsel bilginin değişebilirliğinin daha derinlemesine kavranmasına katkı sunmaktadır (Bett et al., 2023; Güler, 2025).

Fen bilimleri derslerinde Öz yansıtma uygulamaları, öğrenme stratejilerinin planlanması, izlenmesi ve değerlendirilmesini destekleyerek öz-düzenlemeli öğrenmeyi ve akademik başarıyı artırmaktadır (Raković et al., 2021). Ayrıca yansıtıcı etkinlikler, öğrencilerin takım çalışması, iletişim ve problem çözme gibi aktarılabilir becerilerinin farkına varmalarını kolaylaştırmaktadır (Mello & Wattret, 2021). Öz yansıtma, fen bilimleri öğretmenleri için de mesleki gelişimin temel bileşenlerinden biri olup, öğretim stratejilerinin ve sınıf içi etkileşimlerin değerlendirilmesi yoluyla pedagojik yeterliliği ve yenilikçi öğretim yaklaşımlarını güçlendirmektedir (Kulgemeyer et al., 2021).

Öz yansıtma becerileri, fen bilimleri eğitiminde öğrenmeyi derinleştiren ve bilimsel düşünmeyi güçlendiren bütüncül bir araçtır. Bu nedenle yansıtıcı yaklaşımların öğretim programlarına sistematik biçimde entegre edilmesi, bilimsel okuryazarlık ve üst düzey bilişsel becerilerin geliştirilmesi açısından kritik önem taşımaktadır.

2.2. Uygulama Örnekleri ve Araştırma Bulguları

Senaryo temelli ve rehberli yansıtıcı etkinlikler, ilkokuldan üniversiteye kadar farklı eğitim kademelerinde öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, kavramsal anlama ve yansıtıcı düşünme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirmektedir (Güler, 2025). Bu etkinlikler, öğrencilerin bilimsel süreçlere aktif katılımını destekleyerek eleştirel ve yaratıcı düşünmenin bütüncül biçimde gelişmesine katkı sunmaktadır. Yazılı yansıtma ve günlük tutma uygulamaları, öğrencilerin iletişim, takım çalışması ve öz-yeterlik algılarını güçlendirerek öğrenme

sorumluluğu almalarını ve öğrenme deneyimlerini değerlendirmelerini kolaylaştırmaktadır (Mello & Wattret, 2021).

Öğretmenler açısından eleştirel yansıtma, mesleki gelişimi ve öğretim stratejilerinin iyileştirilmesini destekleyen önemli bir süreçtir. Yansıtıcı uygulamalar, sınıf içi deneyimlerin değerlendirilmesi yoluyla pedagojik yeterliliğin geliştirilmesine katkı sunmaktadır (Kulgemeyer et al., 2021).

Öz yansıtma becerileri, fen bilimleri eğitiminde öğrenci ve öğretmenlerin bilişsel, duyuşsal ve mesleki gelişimini destekleyen temel bir araçtır. Yansıtıcı uygulamaların sistematik biçimde desteklenmesi, bilimsel düşünme ve yaşam boyu öğrenme becerilerinin gelişimi açısından kritik önem taşımaktadır (Bett et al., 2023; Güler, 2025; Raković et al., 2021).

2.3. Öz Yansıtma Becerilerinin Ülkelerin Öğretim Programlarındaki Yeri: Küresel Bir Bakış

Günümüzde Öz yansıtma becerileri, eleştirel düşünme, problem çözme, öz-düzenleme ve yaşam boyu öğrenme gibi 21. yüzyıl yetkinlikleriyle birlikte öğretim programlarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu beceriler, öğrencilerin öğrenme süreçlerini planlama, değerlendirme ve anlamlandırmalarını destekleyen üst düzey bilişsel süreçler olarak görülmektedir. Ancak öz yansıtmanın müfredatlardaki ele alınışı biçimi ve uygulama düzeyi ülkeler ve eğitim kademeleri arasında farklılık göstermekte; bu durum öğretmen yeterlilikleri ve öğretim süreçlerine entegrasyonla yakından ilişkilidir.

Birçok ülkede Öz yansıtma ve eleştirel düşünme, ulusal müfredatlar ve Uluslararası Bakalorya (IB) gibi programlarda öğrenmenin merkezinde konumlandırılmaktadır (Dinham et al., 2020; Ronderos et al., 2024). Bununla birlikte alanyazın, bu becerilerin programlarda yer alması ile sınıf içi uygulamalara yansıtması arasında önemli boşluklar bulunduğunu; öğretmenlerin pedagojik donanım, zaman ve uygulama desteği açısından

sınırlılıklar yaşadığını göstermektedir (Dinham et al., 2020; Ronderos et al., 2024).

Ülke örnekleri, öz yansıtmanın öğretmen yetiştirme ve mesleki gelişim süreçlerinde vurgulandığını, ancak bu vurgunun sınıf içi uygulamalarda her zaman tutarlı biçimde karşılık bulmadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca kültürel bağlamın belirleyici olduğu eğitim sistemlerinde, öz yansıtmanın ölçülmesi ve geliştirilmesinde bağlama duyarlı yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Fu & Hali, 2025; Ronderos et al., 2024).

Uluslararası düzeyde IB Orta Yıllar Programı gibi yapılar, yansıtıcı düşünmeyi açık hedefler olarak tanımlamakta ve ölçme-değerlendirme süreçlerine entegre etmektedir. Karşılaştırmalı çalışmalar, bu tür programlara katılan öğrencilerin eleştirel düşünme düzeylerinin daha yüksek olduğunu ve problem temelli öğrenme, yansıtıcı yazma ile öz-değerlendirme gibi yöntemlerin bu süreci etkili biçimde desteklediğini göstermektedir (Fu & Hali, 2025).

2.4. Karşılaşılan Zorluklar ve Gelişim Alanları

Birçok ülkede Öz yansıtma ve eleştirel düşünme becerileri öğretim programlarında yer almakla birlikte, bu becerilerin sınıf içi uygulamalarda derinlemesine ve sistematik biçimde kazandırılmasında önemli eksiklikler bulunmaktadır. Özellikle öğretmen eğitimi süreçlerinde bu becerilerin çoğu zaman biçimsel düzeyde ele alındığı ve öğrencilerde kalıcı farkındalık oluşturmadığı belirtilmektedir (Dinham et al., 2020; Ronderos et al., 2024). Öz yansıtmanın müfredattaki konumu, ülkelerin eğitim sistemleri, öğretmen yetiştirme politikaları ve kültürel bağlamlarıyla yakından ilişkilidir. Bazı ülkelerde bu beceriler açık ve ölçülebilir hedefler olarak tanımlanırken, bazılarında örtük biçimde ele alınmakta ya da uygulamada yeterince desteklenmemektedir (Fu & Hali, 2025; Ronderos et al., 2024).

Ayrıca eleştirel ve yansıtıcı düşünmenin değerlendirilmesine yönelik standart ve kültüre duyarlı ölçme araçlarının sınırlı olması, bu becerilerin gelişiminin sistematik biçimde izlenmesini zorlaştırmaktadır. Öz-değerlendirme ve yansıtıcı değerlendirme araçlarına ilişkin ortak bir çerçevenin bulunmaması da ülkeler arası karşılaştırmalı analizlerin güvenilirliğini sınırlamaktadır (Fu & Hali, 2025; Johnston et al., 2023).

Öz yansıtma becerileri birçok ülkenin öğretim programlarında giderek daha fazla önem kazanmakta; ancak bu becerilerin etkili biçimde kazandırılabilmesi, müfredat tasarımı, uygulama ve değerlendirme süreçlerinin bütüncül ve kültüre duyarlı biçimde yapılandırılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle Öz yansıtmanın eğitimde kalıcı bir yer edinebilmesi, yalnızca program düzeyinde tanımlanmasıyla değil, sınıf içi uygulamalarda sistematik olarak desteklenmesiyle mümkün olmaktadır. Öğretmen eğitimi programlarında yansıtıcı düşünmenin güçlendirilmesi ve güvenilir değerlendirme araçlarının geliştirilmesi, Öz yansıtma becerilerinin öğretmenlerin mesleki gelişimi ile öğrencilerin öğrenme süreçlerinde etkili biçimde kullanılmasına katkı sunmaktadır.

2.5. Öz Yansıtma Becerilerinin Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde Yeri, Önemi ve Uygulama Örnekleri

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Türk eğitim sistemini çağın gereksinimlerine uygun biçimde yeniden yapılandırmayı hedefleyen kapsamlı bir reformdur. Modelde, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmeleri değil; eleştirel düşünme, problem çözme, öz-yönetim, yaratıcılık ve Öz yansıtma gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi temel öncelikler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda Öz yansıtma, bilişsel ve duyuşsal

gelişimi destekleyen merkezi bir unsur olarak konumlandırılmaktadır.

Model, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirebilen ve yaşam boyu öğrenen bireyler olarak yetişmelerini amaçlamakta; yansıtıcı etkinlikleri öğretim programlarının ayrılmaz bir parçası hâline getirmektedir. Özellikle fen bilimleri derslerinde kullanılan yansıtıcı uygulamalar, bilimsel süreç becerileri, problem çözme yetkinlikleri ve metabilîşsel farkındalığı güçlendirmekte; bilgiyi sorgulama ve transfer etme becerilerini desteklemektedir (Guo et al., 2024; Mutlu, 2020).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, öğretmenlerin de yansıtıcı düşünmeyi öğretim süreçlerine entegre etmelerini hedeflemektedir. Türkiye'deki çalışmalar, öğretmen yetiştirme programlarında bu becerilerin henüz yeterince sistematik biçimde ele alınmadığını, ancak mesleki gelişim ve öğrenci başarısı açısından kritik bir rol oynadığını göstermektedir (Uştuk & De Costa, 2020; Yüzlü & Dikilitaş, 2024). Bu yönüyle model, eleştirel düşünme, öz-düzenleme ve yenilikçi öğretim yaklaşımlarının yaygınlaşmasına katkı sunmaktadır.

Fen bilimleri derslerinde yansıtıcı çalışma kâğıtlarının kullanımı, öğrencilerin problem tanımlama, hipotez kurma, gözlem yapma ve sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerilerinde anlamlı gelişmeler sağlamaktadır (Mutlu, 2020). Benzer biçimde öğretmenlerin bireysel ve işbirlikçi yansıtıcı uygulamaları, mesleki gelişimi ve yenilikçi öğretim stratejilerinin yaygınlaşmasını desteklemektedir (Uştuk & De Costa, 2020; Yüzlü & Dikilitaş, 2024).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Öz yansıtma becerilerini öğrenciler ve öğretmenler açısından eğitimin merkezine yerleştirerek bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme, öz-düzenleme ve yaşam boyu öğrenme eğilimlerinin gelişimini

desteklemektedir. Bu bağlamda öz yansıtmanın sistematik biçimde teşvik edilmesi ve değerlendirilmesi, modelin sürdürülebilir başarısı açısından kritik önem taşımaktadır (Mutlu, 2020; Guo et al., 2024).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileriyle donatılmasını hedeflerken fen bilimleri derslerinde öz yansıtma becerilerinin geliştirilmesine özel önem vermektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin bilimsel süreçleri anlamalarını, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerini ve öğrenme süreçlerini bilinçli biçimde yönetmelerini amaçlamaktadır. Türkiye’de fen bilimleri derslerinde öz yansıtmanın geliştirilmesinde problem temelli öğrenme yaygın biçimde kullanılmakta; bu yaklaşımın bilimsel süreç becerileri, problem çözme ve yansıtıcı düşünme üzerinde olumlu etkiler yarattığı gösterilmektedir (Akçay & Benek, 2024). Ayrıca yansıtıcı çalışma kâğıtları ve öğrenme günlükleri, problem tanımlama, hipotez kurma, gözlem yapma ve sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır (Bozan, 2021; Mutlu, 2020).

Model kapsamında fen bilimleri derslerinde yer verilen STEM temelli etkinlikler, yansıtıcı düşünmenin problem çözme süreçlerine entegrasyonunu sağlayarak kalıcı öğrenmeyi desteklemektedir (Sarıcan & Akgündüz, 2018). Öz yansıtma becerileri aynı zamanda öğrencilerin öz-düzenleme ve metabilişsel farkındalıklarını güçlendirmekte; öğrenme hedeflerini belirleme, süreci izleme ve stratejileri yeniden yapılandırma becerilerini desteklemektedir (Karaca et al., 2024; Mutlu, 2020).

Yansıtıcı çalışma kâğıtlarıyla yürütülen sorgulama temelli etkinlikler, öğrencilerin problem tanımlama, hipotez kurma, gözlem yapma ve sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerilerini anlamlı biçimde geliştirmektedir (Mutlu, 2020). Öğrenme

günlükleri ve analogi temelli çalışmalar kavramsal hataların fark edilmesini desteklerken, STEM tabanlı etkinlikler yansıtıcı düşünme, problem çözme ve öğrenmenin kalıcılığı üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (Bozan, 2021; Sarıcan & Akgündüz, 2018).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde fen bilimleri derslerinde Öz yansıtma, sorgulama temelli öğrenme ve yansıtıcı uygulamalarla bütünleşik biçimde ele alınmakta; bu yaklaşım öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, kavramsal anlayışları, eleştirel düşünme ve öz-düzenleme yetkinliklerini güçlendirmektedir. Modelin sürdürülebilir başarısı için öz yansıtmanın öğretim sürecinde sistematik biçimde desteklenmesi ve güvenilir değerlendirme araçlarıyla izlenmesi önem taşımaktadır (Karaca et al., 2024).

3. SONUÇ

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde fen bilimleri derslerinde Öz yansıtma becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme, problem çözme, öz-düzenleme ve yaşam boyu öğrenme yetkinliklerini bütüncül biçimde destekleyen temel bir pedagojik yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Metabilişsel ve argümantasyona dayalı öğrenme ortamları, yansıtıcı günlükler, disipline özgü refleksiyon soruları, işbirlikli öğrenme, teknoloji ve yapay zekâ destekli öğretim ile süreç odaklı değerlendirme yaklaşımları; öğrencilerin bilgiyi sorgulama, yapılandırma ve farklı bağlamlara transfer etme becerilerini geliştirmektedir.

Bu uygulamalar, öğrencilerin öğrenme süreçlerine yönelik farkındalıklarını artırarak metabilişsel gelişimi güçlendirmekte ve bilişsel, duyuşsal ve sosyal boyutları içeren nitelikli öğrenme deneyimlerinin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda fen bilimleri öğretiminde Öz yansıtma becerilerinin

sistematik, tutarlı ve ölçülebilir biçimde desteklenmesi, Türkiye Fen bilimleri öğretiminde problem temelli öğrenme, sorgulamaya dayalı öğretim, yansıtıcı uygulamalar ve STEM tabanlı etkinliklerin sistematik biçimde kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşımların, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını artırarak düşünme süreçlerinin farkına varmalarını ve bilgiyi yeni durumlara transfer etmelerini desteklediği görülmektedir.

- Metabilişsel ve argümantasyona dayalı öğrenme ortamlarının fen bilimleri derslerinde yaygınlaştırılması önerilmektedir. Bu ortamlarda yürütülen tartışma ve gereçlendirme etkinliklerinin, özellikle bilimsel problem çözme süreçlerinde öz yansıtıcı düşünmeyi anlamlı biçimde desteklediği dikkate alınmalıdır (Saido et al., 2018).
- Fen bilimleri derslerinde hipotez kurma, deney tasarlama ve sonuçları tartışma aşamalarında yazılı ve sözlü yansıtma etkinliklerine düzenli olarak yer verilmesi önerilmektedir. Bu tür uygulamaların, öğrencilerin metabilişsel farkındalıkları ile eleştirel ve yansıtıcı düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı değerlendirilmektedir.
- Yansıtıcı günlükler ve yapılandırılmış refleksiyon sorularının, ünite veya deney sonlarında yönlendirici biçimde kullanılması önerilmektedir. Özellikle yarı yapılandırılmış günlüklerin, öğrencilerin nasıl öğrendiklerini ve kullandıkları öğrenme stratejilerini sorgulamalarını sağlayarak metabilişsel farkındalığı ve öz-düzenleme becerilerini güçlendirdiği görülmektedir (Alt & Raichel, 2020; O'Loughlin & Griffith, 2020).
- Fen bilimleri derslerinde konuya özgü yansıtıcı soruların, ders sonlarında bireysel veya grup temelli biçimde uygulanması önerilmektedir. Dijital platformlar

aracılığıyla sunulan bu tür soruların, öğrencilerin metabilşsel ve stratejik düşünme becerilerini desteklediği ve bilimsel düşünme süreçlerine yönelik farkındalığı artırdığı belirtilmektedir (Sabel et al., 2017).

- Aktif ve işbirlikli öğrenme yaklaşımlarının, özellikle akran değerlendirmesi ve grup tartışmalarıyla desteklenerek kullanılması önerilmektedir. Bu uygulamaların, öğrencilerin güçlü ve gelişime açık yönlerini fark etmelerine, öğrenme stratejilerini geliştirmelerine ve yansıtıcı düşünme becerilerini bütüncül biçimde güçlendirmelerine katkı sunduğu görülmektedir (Lin et al., 2024).
- Fen bilimleri öğretiminde dijital platformlar, sanal laboratuvarlar ve yapay zekâ destekli refleksiyon araçlarının kullanılması önerilmektedir. Dijital refleksiyon modülleri ve akıllı geribildirim sistemlerinin, anlık performansın değerlendirilmesini ve gelişim alanlarının fark edilmesini desteklediği; böylece öz-düzenleme ve metabilşsel farkındalığın güçlendiği ifade edilmektedir (Lin et al., 2024).
- Açık uçlu ve esnek değerlendirme yaklaşımlarının fen bilimleri derslerinde yaygınlaştırılması önerilmektedir. SMART tabanlı değerlendirme gibi modellerin, öğrencilerin yalnızca sonuca değil, öğrenme süreçlerini ve kullandıkları stratejileri sorgulamalarına odaklanarak eleştirel düşünme ve Öz yansıtma becerilerinin gelişimini desteklediği vurgulanmaktadır (Bayu et al., 2025).
- Deneyimsel öğrenme ve STEM tabanlı etkinliklerin, gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirilerek uygulanması önerilmektedir. Bu etkinliklerin, öğrencilerin bireysel ve grup düzeyindeki öğrenme

deneyimlerini değerlendirmelerine, alternatif çözüm stratejileri geliştirmelerine ve yansıtıcı düşünme becerilerini güçlendirmelerine katkı sağladığı görülmektedir (Lin et al., 2024; O'Loughlin & Griffith, 2020).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamında fen bilimleri derslerinde Öz yansıtma becerilerinin geliştirilmesi için metabilişsel ve argümantasyona dayalı öğrenme ortamları, yansıtıcı uygulamalar, aktif ve işbirlikli öğrenme, teknoloji destekli öğretim, açık uçlu değerlendirme yaklaşımları ile deneyimsel ve STEM tabanlı etkinliklerin kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşımlar, öğrencilerin bilimsel bilgiyi sorgulama, analiz etme ve yeni durumlara transfer etme becerilerini destekleyerek bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme, öz-düzenleme ve yaşam boyu öğrenme yetkinliklerini güçlendirmekte; bilişsel ve duyuşsal gelişime bütüncül katkı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akçay, B., & Benek, İ. (2024). *Problem-based learning in Türkiye: A systematic literature review of research in science education. Education Sciences*, 14(3), Article 330. <https://doi.org/10.3390/educsci14030330>
- Alt, D., & Raichel, N. (2020). *Reflective journaling and metacognitive awareness: Insights from a longitudinal study in higher education. Reflective Practice*, 21(2), 145–158. <https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1716708>
- Bayu, G., Yudiana, K., Suniasih, N., Gede, I., Abadi, S., Andre, K., Dewantara, K., Wahyu, G., & Antara, S. (2025). *The effect of SMART-based goal-free evaluation approach on students' analytical skills and self-reflection. Journal of Posthumanism*, 5(3), 779. <https://doi.org/10.63332/joph.v5i3.779>
- Bett, N., Piccolo, C., Roberson, N., Charbonneau, A., & Addison, C. (2023). *Students' views on the nature of science in an interdisciplinary first-year science program: Content analysis of a weekly reflection activity. Teaching and Learning Inquiry*, 11(1), Article 10. <https://doi.org/10.20343/teachlearninqu.11.10>
- Bozan, S. (2021). *Determining students' reflective thinking levels and examining their reflections on science concepts. African Educational Research Journal*, 9(3), 544–550. <https://doi.org/10.30918/aerj.92.21.070>
- Brownhill, S. (2021). *Asking more key questions of self-reflection. Reflective Practice*, 23(3), 279–290. <https://doi.org/10.1080/14623943.2021.2013192>
- Brownhill, S. (2023). *Asking additional key questions of self-reflection. Reflective Practice*, 24(3), 400–412. <https://doi.org/10.1080/14623943.2023.2190578>

- Contreras, J., Edwards-Maddox, S., Hall, A., & Lee, M. (2020). *Effects of reflective practice on baccalaureate nursing students' stress, anxiety, and competency: An integrative review. Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 17(6), 514–523. <https://doi.org/10.1111/wvn.12438>
- Deveci, T., & Wyatt, M. (2021). *Reflective writing and the self-perceived development of intrapersonal communication skills among first-year university students in the UAE. Reflective Practice*, 23(1), 68–80. <https://doi.org/10.1080/14623943.2021.1978066>
- Dinham, J., Choy, S., Williams, P., & Yim, J. (2020). *Effective teaching and the role of reflective practices in the Malaysian and Australian education systems: A scoping review. Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 49(4), 435–449. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2020.1824267>
- Frank, T. (2021). *The benefits of knowing and caring about oneself: The role of self-insight and self-compassion in identity and well-being*. [Doctoral dissertation]. <https://doi.org/10.24124/2021/59221>
- Fu, J., & Hali, A. (2025). *The role of the Reflective Thinking Scale for international students in China through factor analysis. Behavioral Sciences*, 15(5), 651. <https://doi.org/10.3390/bs15050651>
- Ghanizadeh, A. (2017). *The interplay between reflective thinking, critical thinking, self-monitoring, and academic achievement in higher education. Higher Education*, 74(1), 101–114. <https://doi.org/10.1007/s10734-016-0031-y>
- Güler, T. (2025). *The impact of scenario-based learning on the scientific creativity and reflective thinking skills of fourth-*

- grade students in primary school. *Journal of Baltic Science Education*, 24(3), 271–284. <https://doi.org/10.33225/jbse/25.24.271>
- Guo, R., Jantharajit, N., & Thongpanit, P. (2024). *Construct an instructional approach based on collaborative and reflective learning to enhance students' analytical and critical thinking skills*. *Asian Journal of Contemporary Education*, 8(2), 146–160. <https://doi.org/10.55493/5052.v8i2.5184>
- Halimatussya'diyah, S. (2024). *The role of reflection and self-analysis in developing students' presentation skills*. *Applied Linguistics: Innovative Approaches and Emerging Trends*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.58989/appling.v1i1.1>
- Heydari, S., & Beigzadeh, A. (2024). *Medical students' perspectives of reflection for their professional development*. *BMC Medical Education*, 24, Article 64 401. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06401-2>
- Iordanou, K. (2022). *Supporting strategic and meta-strategic development of argument skill: The role of reflection*. *Metacognition and Learning*, 17(4), 1–27. <https://doi.org/10.1007/s11409-021-09289-1>
- Karaca, M., Bektaş, O., Armağan, F., & Tor, D. (2024). *The relationship between preservice science teachers' perceived role modeling and self-regulation skills in science*. *Psychology in the Schools*, 61(2), 232–243. <https://doi.org/10.1002/pits.23243>
- Karaca-Atik, A., Meeuwisse, M., Gorgievski, M., & Smeets, G. (2023). *Uncovering important 21st-century skills for sustainable career development of social sciences graduates: A systematic review*. *Educational Research*

Review, 39, 100528.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100528>

Kiersch, C., & Gullekson, N. (2021). *Developing character-based leadership through guided self-reflection. The International Journal of Management Education*, 19(3), 100573. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100573>

Kulgemeyer, C., Kempin, M., Weißbach, A., Borowski, A., Buschhüter, D., Enkrott, P., Reinhold, P., Riese, J., Schecker, H., Schröder, J., & Vogelsang, C. (2021). *Exploring the impact of pre-service science teachers' reflection skills on the development of professional knowledge during a field experience. International Journal of Science Education*, 43(18), 3035–3057. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2006820>

Lane, S., & Roberts, C. (2020). *Reflective practice and professional identity. In The Routledge Handbook of Reflective Practice* (pp. 239–252). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003025610-14>

Maor, R., Paz-Baruch, N., Grinshpan, N., Milman, A., Mevarech, Z., Levi, R., Shlomo, S., & Zion, M. (2023). *Relationships between metacognition, creativity, and critical thinking in self-reported teaching performances in project-based learning settings. Thinking Skills and Creativity*, 49, 101425. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101425>

Mello, L., & Wattret, G. (2021). *Developing transferable skills through embedding reflection in the science curriculum. Biophysical Reviews*, 13(5), 897–903. <https://doi.org/10.1007/s12551-021-00852-3>

Michalsky, T. (2024). *Metacognitive scaffolding for preservice teachers' self-regulated design of higher-order thinking*

- tasks. *Heliyon*, 10(4), e24280.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24280>
- Miliou, O., Adamou, M., Mavri, A., & Ioannou, A. (2023). *An exploratory case study of the use of a digital self-assessment tool of 21st-century skills in makerspace contexts. Educational Technology Research and Development*, 72(2), 239–260.
<https://doi.org/10.1007/s11423-023-10314-0>
- Mutlu, A. (2020). *Evaluation of students' scientific process skills through reflective worksheets in inquiry-based learning environments. Reflective Practice*, 21(3), 271–286.
<https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1736999>
- O'Loughlin, V., & Griffith, L. (2020). *Developing student metacognition through reflective writing in an upper-level undergraduate anatomy course. Anatomical Sciences Education*, 13(6), 665–678.
<https://doi.org/10.1002/ase.1945>
- Raković, M., Bernacki, M., Greene, J., Plumley, R., Hogan, K., Gates, K., & Panter, A. (2021). *Examining the critical role of evaluation and adaptation in self-regulated learning. Contemporary Educational Psychology*, 66, 102027.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102027>
- Rehan, M., John, R., & Nazli, K. (2025). *Enhancing student learning through metacognitive strategies: An analysis of undergraduate practices at the Institute of Business Management. The Critical Review of Social Sciences Studies*, 3(1), 55–68. <https://doi.org/10.59075/xg010w29>
- Ronderos, N., Foster-Heinzer, S., Flick-Holtsch, D., Shavelson, R., Mariño, J., Solano-Flores, G., & Perfetti, M. (2024). *Construct overlap in cross-national assessment: Critical thinking in the teacher education curricula of two*

- countries. *Journal of Curriculum Studies*, 56(4), 514–535.
<https://doi.org/10.1080/00220272.2024.2312392>
- Saido, G., Siraj, S., DeWitt, D., & Al-Amedy, O. (2018). *Development of an instructional model for higher-order thinking in science among secondary school students: A fuzzy Delphi approach. International Journal of Science Education*, 40(8), 847–866.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1452307>
- Sabel, J., Dauer, J., & Forbes, C. (2017). *Introductory biology students' use of enhanced answer keys and reflection questions to engage in metacognition and enhance understanding. CBE—Life Sciences Education*, 16(2), ar29. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-10-0298>
- Sarıcan, G., & Akgündüz, D. (2018). *The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking skills toward problem solving, and permanence in learning in science education. Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(1), 94–107.
<https://doi.org/10.18844/cjes.v13i1.3372>
- Tang, T., Vezzani, V., & Eriksson, V. (2020). *Developing critical thinking, collective creativity skills, and problem solving through playful design jams. Thinking Skills and Creativity*, 37, 100696.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100696>
- Uştuk, Ö., & De Costa, P. (2020). *Reflection as meta-action: Lesson study and EFL teacher professional development. TESOL Journal*, 11(3), e531.
<https://doi.org/10.1002/tesj.531>
- Yüzlü, M., & Dikilitaş, K. (2024). *EFL teachers learning to translanguage through loop input: Implications for their*

identity reconstruction. Language Awareness, 34(2), 231–256. <https://doi.org/10.1080/09658416.2024.2429657>

TÜRKİYE VE DÜNYADA
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com