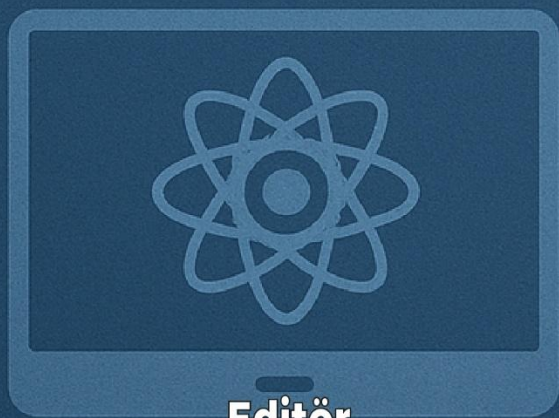


KAPSAYICI VE TEKNOLOJİ
DESTEKLİ
FEN EĞİTİMİ
TEORİ, UYGULAMA VE EĞİLİMLER



Editör

ŞAFAK ULUÇINAR SAĞIR



BİDGE Yayınları

**KAPSAYICI VE TEKNOLOJİ DESTEKLİ FEN EĞİTİMİ: TEORİ,
UYGULAMA VE EĞİLİMLER**

Editör: ŞAFAK ULUÇINAR SAĞIR

ISBN: 978-625-372-798-7

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 28.07.2025

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İÇİNDEKİLER

FEN EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKA.....	4
SEHER BOZKURT	4
SELDA BAKIR.....	4
FEN EĞİTİMİNDE STEM YAKLAŞIMI ve ÖĞRENME ÜRÜNLERİNE ETKİSİ	27
ŞAFAK ULUÇINAR SAĞIR	27
BURÇİN GÜNGÖR	27
FEN EĞİTİMİNDE OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARI: TERCİH EDİLEN ORTAMLAR, ÖNCELİKLERİ ve GEREKÇELERİ	63
HARUN BERTİZ.....	63
BİLİMSEL OKURYAZARLIĞA GİDEN YOL: SORUŞTURMA TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİ	98
İREM SELİN DEMİRBAŞ.....	98
AYŞE GÜL ÖZAŞKIN ARSLAN	98
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ EĞİTİMDE TEKNOLOJİ KULLANIMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ.....	137
FULYA ÖNER ARMAĞAN	137
ELİFNAZ YÜCEEL	137
ÖZEL EĞİTİMDE FEN EĞİTİMİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ.....	164
ESRA BİÇER.....	164
SELDA BAKIR.....	164

FEN EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKA

SEHER BOZKURT¹

SELDA BAKIR²

Giriş

İnsan, yeryüzündeki canlılar arasında en gelişmiş düşünme yetilerine sahip varlık olarak yaratılmıştır. Bu üstünlüğünü, düşünme, öğrenme, akıl yürütme, olayları kavrama, anlamlandırma, sonuç çıkarma ve duruma göre karar verme gibi zihinsel beceriler anlamına gelen "zekâ" sayesinde elde etmiştir. Bilgisayarın icadıyla birlikte yalnızca insanlara özgü olduğu düşünülen bu zihinsel yetilerin makineler aracılığıyla da gerçekleştirilebileceği anlaşılmıştır. Bu farkındalık makinelerin düşünmesi, karar vermesi, öğrenmesi ve hatta bazı süreçleri kendi başına yönetebilmesi yönünde çeşitli araştırma ve geliştirme çalışmalarının başlamasına öncülük etmiştir (Chiu, 2021; Chassignol vd., 2018 Çetin & Aktaş, 2021). Günümüzde teknolojik gelişmelerin her alanda hızla değişim ve dönüşüme yol açması, eğitim sistemlerinin de bu sürece ayak

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Orcid: 0009-0005-9580-1664

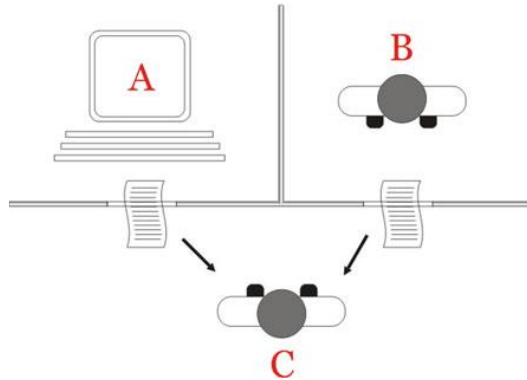
² Prof.Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Orcid: 0000-0002-2169-2910

uydurarak kendini yeniden yapılandırmasını zorunlu kılmıştır (Yılmaz, 2023).

Yapay Zekâ

“Makineler düşünebilir mi?” sorusu ilk kez 1950 yılında İngiliz matematikçi ve bilgisayar bilimci Alan Turing tarafından gündeme getirilmiştir. Turing, bu konuyu “Computing Machinery and Intelligence” (Bilgişlem Makineleri ve Zekâ) adlı makalesinde ele almış ve yapay zekâ tartışmalarına öncülük etmiştir (Erciyes, 2024). Turing, “Makineler düşünebilir mi?” sorusunu daha somut hâle getirir: “Bir makine, insan gibi davranarak onu taklit edebilir mi?” sorusuna cevap arar. Bu durumu açıklamak için “Taklit Oyunu” adında bir test önerir. Oyunda üç kişi vardır: bir erkek (A), bir kadın (B) ve bir sorgulayıcı (C). Sorgulayıcı, yazılı sorular sorarak hangisinin erkek, hangisinin kadın olduğunu bulmaya çalışır. A, sorgulayıcıyı yanıltmaya; B ise doğruyu söylemeye çalışır (Şekil 1). Turing, bu oyunda A’nın yerine bir makine konulursa ne olacağını sorar: “Sorgulayıcı, makineyi insan sanarak yanılır mı?” Eğer makine insan kadar ikna edici olabilir ve sorgulayıcıyı yanıltabilirse, o zaman “makine düşünebilir mi?” sorusu daha somut bir şekilde değerlendirilmiş olur (Turing, 1980; akt. Mondal, 2020).

Şekil 1 Turing Testi’nin görsel temsili



Kaynak (Mondal, 2020)

Her ne kadar yapay zekâ alanının öncüsü olarak Alan Turing kabul edilse de “yapay zeka” (artificial intelligence) terimi ilk kez 1956 yılında Dartmouth Koleji’nde düzenlenen bir çalıştayda John McCarthy tarafından ortaya atılmış ve literatüre kazandırılmıştır (Dick, 2019). Yapay zeka, canlı organizmalardan bağımsız olarak tamamen yapay sistemler aracılığıyla geliştirilen ve insan benzeri davranışlar sergileyebilen bir teknolojidir. Bu teknoloji, düşünme, karar verme, muhakeme yürütme, problem çözme ve öğrenme gibi insana özgü bilişsel süreçleri taklit eden bilgisayar kontrollü sistemleri ifade eder. Yapay zeka, insan zekasının belirli yönlerini modelleyerek çeşitli görevleri otonom bir şekilde gerçekleştirebilen sistemlerin genel adıdır (Baker & Smith, 2019; Nabiyev & Erümit, 2020; Russell & Norvig, 2023; Sayım, 2022).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ise yapay zekâ sistemini şu şekilde tanımlamaktadır:

“İnsanlar tarafından tanımlanan belirli bir dizi hedef için gerçek veya sanal ortamları etkileyen tahminler, öneriler veya kararlar verebilen makine tabanlı sistem. Bu sistemler, gerçek ve/veya sanal ortamları algılamak için makine veya insan tabanlı girdiler kullanır. Bu algıları modellere soyutlar (örneğin, makine öğrenimi ile otomatik olarak veya manuel olarak); ve bilgi veya eylem seçeneklerini formüle etmek için model çıkarımını kullanır. Yapay zeka sistemleri değişen seviyelerde özerklikle çalışacak şekilde tasarlanmıştır (OECD, 2019).”

Yapay zekâ alanı, yalnızca mevcut bilgileri analiz etmekle kalmayıp, aynı zamanda karşılaştığı yeni durumlar karşısında etkili ve güvenli bir şekilde hareket edebilen zeki sistemlerin geliştirilmesiyle ilgilenir ve öğrenme ve adaptasyon yetenekleri sayesinde, dinamik koşullara uyum sağlayarak karmaşık görevleri başarıyla yerine getirebilir (Russell & Norvig, 2023). Yapay zekâ uygulamaları günümüzde sağlık, eğitim, bankacılık, ekonomi, finans, üretim ve hizmet sektörleri, e-ticaret, bilgi ve belge yönetimi

gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Hwang vd., 2020; Majumdar vd. 2018; Malali & Gopalakrishnan, 2020; Sarıca, 2021). Bu teknolojik gelişmeler ülkelerin rekabet stratejilerini de etkilemektedir. Gelecekte ülkelerin rekabet gücünün büyük ölçüde ileri düzey teknoloji ve dijital çalışmalara odaklanacağı öngörülmektedir. Bu nedenle yapay zekâ ve benzeri teknolojilere yapılan yatırımlar ekonomik büyüme ve uluslararası rekabette önemli bir rol oynayacaktır (Sarıca, 2021).

Yapay zekâ teknolojilerinin kullanıldığı ilk uygulamalardan biri pek çok kişinin aşına olduğu ve farklı diller arasında çeviri yapma imkânı sunan Google Translate uygulamasıdır. Bu uygulamada çeşitli yapay zekâ yöntemleri aynı anda devreye girmektedir. Örneğin, görüntü işleme teknolojisi sayesinde kullanıcıların yüklediği bir fotoğraf ya da görsel üzerindeki metinler algılanabilir ve bu metinler farklı dillere çevrilebilir (Nabiyev & Erümit, 2020).

Kasım 2022’de OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT'nin kullanıma açılmasıyla birlikte yapay zekâ daha da popüler hale gelmiş ve insanların günlük yaşamlarında kayda değer bir yer edinmiştir (Wiredu, 2023). Kullanıcılar, ona çeşitli sorular yöneltebilir ya da komutlar verebilir; ChatGPT ise bu girdilere yanıt üretir. Geniş bir veri setinden faydalanarak cevaplar sunar ve doğal dil işleme teknikleri aracılığıyla insan benzeri bir dille etkileşim kurar (Miller, 2024).

Yapay Zeka ve Eğitim

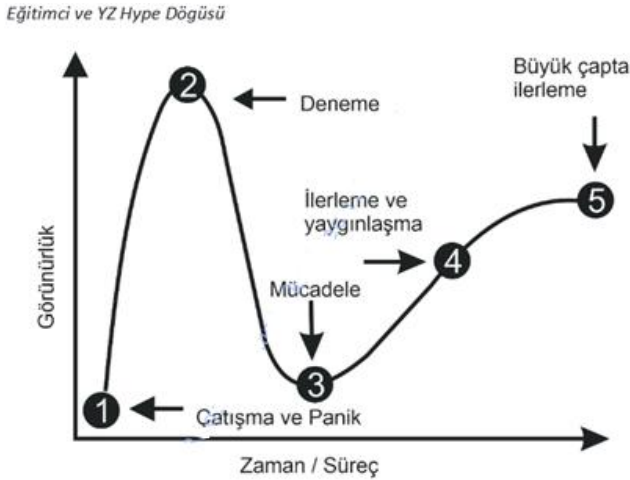
Günümüzde bilim ve teknolojiye meydana gelen hızlı değişim ve gelişmeler, toplumların yapısında da önemli etkiler yaratmıştır. Eğitimin, toplumun biçimlenmesindeki rolü göz önünde bulundurulduğunda, bu değişimlere uyum sağlamak eğitim sistemleri açısından kaçınılmaz hale gelmektedir. Yapay zekâ kavramının insan yaşamına dâhil olması ve gelişim göstermesi,

yaşamın çeşitli alanlarında görev ve sorumluluklarda dönüşümlere neden olmuştur (Akdağ, 2024).

Pandemi sonrasında başlayan eğitim döneminde öğrencilerin gelecekte karşılaştılabilecekleri zorluklara hazırlanmalarında ileri teknolojilerin eğitime entegre edilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu teknolojiler içinde yapay zekâ (YZ), sanayi ve toplumsal yapıyı birçok yönden dönüştürme potansiyeliyle öne çıkan temel bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Xu vd., 2021).

Yapay zekâ hakkında bilgi edinirken ve onu öğrenme süreçlerine entegre ederken nasıl hissedeceğimizi öngören bir model bulunmaktadır. Bu modele *Gartner Hype Döngüsü* denir. Bir araştırma şirketi olan Gartner’ın tanımına göre Hype Döngüsü, “her yeni teknoloji veya diğer yeniliklerle ortaya çıkan ortak bir modelin grafiksel tasviridir” (Gartner, 2022, akt. Miller, 2024). Gartner Hype Döngüsü, Miller (2024) tarafından eğitimcilere uyarlanmıştır (Şekil 2).

Şekil 2. Gartner Hype Döngüsü’nün Miller tarafından eğitimcilere uyarlanmış yorumu.



Kaynak Miller (2024)

Çatışma ve Panik: “Bu yeni yapay zekâ olayı da ne? Hiç hoşuma gitmiyor. Kopya çekiyor gibi hissettiriyor.”

Deneme: “Vay canına, bu yapay zekâ araçları harika şeyler yapabiliyor. Güzel numara ama muhtemelen sadece geçici bir hevesten ibaret. Hâlâ kullanmaya hazır değilim.”

Mücadele: “Bu yapay zekâ araçlarının pek çok kusuru var. Bu konuda kaygılarım var. Benim yaptığım işi yapmak için özel olarak yaratılmadılar ve uygulanması zor. Çok fazla iş var. Vazgeçiyorum.”

İlerleme ve Yaygınlaşma: “İnternette zamandan tasarruf etmek ve sınıfta gerçekten ilginç çalışmalar yapmak için bu yapay zekâ araçlarını kullanan öğretmenler hakkında bir şeyler okuyorum. Artık başkaları da kendileri için neyin işe yaradığını paylaşıyor, bunu gözlemleyebiliyorum. Bunu sınırlı şekilde kullanabilirim.”

Büyük Çapta İlerleme: “Bu yapay zekâ araçlarından bazıları öğretim sistemimde ve sık kullandığım uygulamalarda yer alıyor. Nasıl çalıştıklarını öğrendim. Bana zaman kazandırabilir ve sınıfımda öğrenmeyi geliştirebilir. Kabul ediyorum. Bu işe yarayacak.”

Sevli (2023), yapay zekâ destekli araçların eğitimde giderek daha fazla yer bulduğunu ve özellikle ChatGPT gibi dil modellerinin öğretme-öğrenme süreçlerinde farklı işlevlerde kullanılabileceğini belirtmektedir. Bu kapsamda ChatGPT’nin eğitim ortamlarındaki potansiyel katkılarını anlamak amacıyla çeşitli kullanım alanları Tablo 1’de özetlenmiştir.

*Tablo 1. ChatGPT'nin eğitimdeki potansiyel kullanım alanları
(Sevli, 2023).*

Kullanım Alanı	Açıklama
Öğrenci Desteği ve Yardım	Öğrencilerin sorularını yanıtlayarak konuları anlamalarına ve ödevlerinde yol göstermelerine yardımcı olur.
Eğitici Desteği ve Rehberlik	Eğiticilere ders içerikleri, müfredat planlaması ve öğretim yöntemleri hakkında fikir ve kaynak sunar.
Ödev ve Proje Rehberliği	Ödev veya projelerde konu seçimi, araştırma ve içerik düzenleme konusunda öğrencilere rehberlik eder.
Dil Öğrenme Desteği	Dil bilgisi, kelime anlamı ve pratik konuşma gibi alanlarda öğrencilere destek sağlar.
Öğrenci Geribildirimi	Öğrencilerin yazılı çalışmalarında dil ve içerik hatalarıyla ilgili geri bildirim sunar.
Öğrenci Değerlendirme	Test ve kısa sınavlar yoluyla öğrenci performansını değerlendirir, güçlü ve gelişime açık yönleri belirler.
Öğrenme Materyalleri ve Kaynaklar	Öğrencilere konuyla ilgili kitap, makale, video gibi çeşitli kaynaklara ulaşma konusunda yardımcı olur.
Öğretmen Eğitimi ve Gelişim	Öğretmenlerin mesleki gelişimi için sınıf yönetimi, öğretim teknikleri gibi alanlarda bilgi sağlar.
İletişim ve İşbirliği	Grup çalışmaları ve tartışmalar sırasında rehberlik ederek iletişim ve işbirliği becerilerini geliştirir.

Menon ve Shilpa'nın (2023) Hindistan'da yürüttüğü bir araştırma, öğrencilerin ChatGPT gibi popüler sohbet botlarını okul ödevlerinde verimliliği artırmak amacıyla kullandıklarını ortaya koymuştur. Bu tür araçların hızlı ve kişiselleştirilmiş yanıtlar sunma

özelliği öğrencilerin yapay zekâ kullanımına yönelik istekliliklerini artıran önemli bir etken olarak öne çıkmaktadır. Bu uygulamalar kullanıcıların çok fazla teknik ya da kuramsal bilgiye ihtiyaç duymadan gereksinimlerini karşılamalarına olanak tanıyan çözümler sunmaktadır. Ancak, üretken yapay zekâ uygulamalarının en azından temel düzeyde işleyişini ve arka planını kavrayabilmek, kullanıcıların bu sistemleri daha güvenli ve etkili biçimde kullanmalarını kolaylaştıracaktır. Bu doğrultuda günümüzde bireylerin yapay zekâ okuryazarı olması giderek bir zorunluluk hâline gelmektedir (Yılmaz & Karaoğlan Yılmaz, 2023). Yapay zekâ okuryazarlığı; makine öğrenmesi, derin öğrenme, sinir ağları, doğal dil işleme ve bilgisayarlı görme gibi temel yapay zeka kavramlarının kavranmasını ve bu konularda bilgi sahibi olmayı ifade eden bir terimdir (Laupichler vd., 2022; Long vd., 2021).

Arslan'a (2020) göre yapay zekâ teknolojileri, eğitim alanında dönüşüm yaratma potansiyelini giderek artırmakta ve bu dönüşüm dört temel başlık altında toplanmaktadır:

- Öğretim sürecinde öğrencilere yapay zekâ destekli birebir ve etkili öğrenme desteği sunulabilir.
- Sınav ve değerlendirme uygulamaları hem öğrenciler hem de öğretmenler için yapay zekâ ile daha kapsamlı ve yenilikçi hale getirilebilir.
- Farklılaştırılmış ve bireyselleştirilmiş öğrenme yaklaşımları, yapay zekâ sayesinde daha etkin bir biçimde uygulanabilir ve yaygınlaştırılabilir.
- Dönüt sağlama süreci eğitimde kritik bir rol oynamakta olup yapay zekâ ile öğrencilerin ihtiyaçlarına göre otomatik ve kişiselleştirilmiş hale getirilebilir.

Yapay zekâ, eğitimde öğrenme süreçlerini zenginleştirirken; veri gizliliği, algoritmik önyargı ve etik gibi sorunları da gündeme

getirmektedir. Bu nedenle öğrencilerin haklarını gözeten adil bir öğrenme ortamı için yapay zekânın etik kullanımı önemlidir. Eğitim kurumları, geliştiriciler ve öğretmenler, bu teknolojinin eğitimde etik ilkelere uygun şekilde kullanılması için iş birliği içinde çalışmalıdır (Solak vd., 2025).

Southgate (2019), eğitimde yapay zekâ kullanımında karşılaşılan en önemli etik meseleleri, yapay zekâ önyargısı, yapay zekâ sistemlerinin kara kutu doğası, derin sahteler ve eğitim liderleri için bağımsız tavsiye eksikliği olarak belirleyip, bunların dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır (akt., Temur, 2025).

İnternet ve dijital cihazlar aracılığıyla toplanan verilerin saklanabilir ve yeniden kullanılabilir olması dikkate alındığında, çocuklara yönelik yapay zekâ eğitimlerinde veri güvenliği ve mahremiyet konularının da kapsamlı biçimde ele alınması gerekmektedir. Ayrıca medya okuryazarlığı, düşünme eğitimi ve çocuklarla felsefe gibi dersler aracılığıyla yapay zekâyâ eleştirel bir bakış açısının kazandırılması, çocukların bu teknolojilere karşı daha bilinçli ve sorgulayıcı bir tutum geliştirmelerine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır (Saçan vd., 2022).

Yapay zekâ araçlarının temel amacı öğrencilerin kopya çekmesine olanak sağlamak değil; bilgiye erişimi kolaylaştırmak, soruları yanıtlamada destek olmak ve akademik görevlerin tamamlanmasını kolaylaştırmaktır. Bu araçlar hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin zaman yönetimini iyileştirerek daha önemli konulara odaklanmalarına katkı sağlayabilir (Miller, 2024).

Türkiye’de 2023 yılı itibarıyla Temel Eğitim Genel Müdürlüğü tarafından ortaokul 7. ve 8. sınıflar için hazırlanan “Yapay Zekâ Uygulamaları” dersi müfredatı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı’nın onayı ile yürürlüğe girmiştir. Bu program, yalnızca Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi’nde belirtilen temel yetkinlikleri değil, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel süreç, yaşam

ve mühendislik becerilerini geliştirmeyi de amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2023).

Öğrencilerin yapay zekâ ile erken yaşlarda tanıştırılması eğitimin niteliğini önemli ölçüde yükseltecektir. Özellikle Milli Eğitim Bakanlığı'nın, yapay zekâ temelli uygulamaları okul öncesi dönemden itibaren kullanması; öğrencilerin eğitim süreçlerinin kesintisiz ve yakından takip edilmesine imkân tanıyacaktır. Bu sayede, öğrenme sürecinde oluşabilecek eksikliklere zamanında müdahale edilebilecek ve öğrencinin bireysel gelişimine uygun destek sağlanabilecektir. Ayrıca çocukların küçük yaşlardan itibaren gösterdikleri eğilimler ve yetenekler değerlendirilerek hangi alanlarda daha başarılı olabilecekleri daha net bir şekilde ortaya konulabilecektir. Eğitimin geleceğini daha sağlam temeller üzerine inşa edebilmek adına Milli Eğitim Bakanlığı'nın bu yönde gerekli adımları atması tavsiye edilmektedir (İşler & Kılıç, 2021).

Fen Eğitiminde Yapay Zekâ

Yapay zekanın eğitimde kullanımının giderek artmasıyla birlikte bu konuya yönelik akademik çalışmaların sayısında da belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Güncel literatür eğitimde yapay zekâ uygulamalarına yönelik yoğun bir ilginin bulunduğunu ortaya koymaktadır (Ateş, 2025; Maqbool, 2021; Paek & Kim, 2021; Tang vd., 2023; Temur, 2025; Uğur & Usta, 2025; Üstün, 2024; Yeşilyurt, Dündar & Demir, 2024). Bu çalışmaların yapıldığı ölkelere bakıldığı çalışmalardan Duran ve Aydın'ın (2024) alışmasında Türkiye, 25 ölkö arasında 18.sırada yer alırken, Laupichler vd,'nin (2022) 2000 yılından sonra basılmış çalışmaların incelendiği çalışmalarında, çalışmaların üç bölgede yoğunlaştığı; bunların da sırasıyla Kuzey Amerika (ABD ve Kanada), Doğu Asya (Çin ve Tayvan) ve Güney Kore ölkelerinde; çok az bir kısmının ise Türkiye'nin de içinde bulunduğu diğer ölkelerde (Türkiye, Almanya, Hindistan, Avusturya, İspanya, İngiltere) yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapay

zekânın eğitimdeki uygulamalarıyla yapılan çalışmalarda örneklemeler incelendiğinde çoğunlukla lisans öğrencileri ve öğretmenlerin örneklem olarak seçildiği görülmektedir (Akdeniz & Özdiñ, 2021; Ateş, 2025; Tekin, 2023).

Yapay zekayla ilgili yapılan çalışmaların alanlarına bakıldığında ise ilk bakışta farklı gibi görünse de ortak noktaları olan sonuçlar görülmektedir. Örneğin, Uğur ve Usta'nın (2025) Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (YÖK Tez Tarama Sistemi) verileri üzerinden gerçekleştirdikleri bibliyografik analizlerinde, tezlerin büyük kısmının Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (BÖTE) ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Laupicler vd. (2022), farklı veri tabanlarından ulaştıkları 30 yayının alanlarını genel eğitim, sağlık, bilgisayar bilimleri eğitimi ve öğretmen eğitimi alanları olarak belirlemişlerdir. Meço ve Coştu'nun (2022) 2017-2021 yılları arasında yapılan yapay zekâ ile ilgili çalışmaların çoğunlukla veri analizi ve proje geliştirmek amacıyla kullanıldığı ve bu çalışmaların hiçbirinin fen bilgisi eğitimiyle ilgili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu üç çalışmada fen eğitimiyle ilgili hiçbir çalışmanın bulunmaması dikkati çekmektedir. Üstün'ün (2024) çalışmasında ise analiz edilen 59 tezden 12'sinin fenle ilgili olduğu (burada fizik, kimya, biyoloji de dahil) sonucu elde edilmiştir. Duran ve Aydın (2024), 3604 araştırmayı inceledikleri çalışmaları sonucunda, 61 araştırmada fen eğitime atıf yapıldığını tespit etmişlerdir. Kutlucan ve Seferoğlu'nun (2024) Chatgpt ile ilgili 2022-2024 yılları arasında yapılan çalışmaları inceledikleri makalelerinde, 50 çalışmadan dokuzunun fen eğitimiyle ilgili olduğu sonucu belirtilmiştir. Fen eğitimiyle ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında da çoğunluğun öğretmen ya da öğrencilerin yapay zekâ ve uygulamaları hakkındaki görüşlerinin ve/veya farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla yapıldığı görülmektedir (Çam vd., 2021; Erdoğan & Bozkurt, 2023; Köse vd.,2023; Xue & Wang, 2022). Örneğin, Çam vd. (2021), çalışmaları sonucunda öğretmen

adaylarının yapay zekâ teknolojilerine yönelik farkındalıklara sahip olduklarını ve bu teknolojilerin ders anlatma, sınıf içi öğretim uygulamalarını gerçekleştirme, öğretmeni destekleme, öğrencileri bireysel olarak değerlendirme ve eksiklerini giderme amacıyla eğitim-öğretim sürecinde kullanılabileceğini ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Shin ve Shin (2020) çalışmaları sonucunda, öğretmenlerin ilk olarak yapay zekânın genel özelliklerini ve bunu eğitime nasıl uygulayacaklarını öğrenmeleri gerektiğini vurgulamışlardır.

Yapay zekâ araçlarının eğitimde kullanımı, sadece öğrenenlere bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmaz. Ayrıca öğrencileri motive eder (Lin vd., 2021), akademik başarılarını artırır (Khan vd., 2021) ve öğretmenlere de yeni ve etkili öğretim stratejileri geliştirme fırsatı sağlar (Ottenbreit-Leftwich vd., 2023). Kesler (2021), 7. sınıf fen bilimleri dersi "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesinde yapay zekâ destekli uygulamaların akademik başarıyı artırdığını ve öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda da bu uygulamaların bilgi dolu, eğlenceli, faydalı, farklı bir yöntem olduğu düşüncesinde oldukları sonucunu bulmuştur. Yine fen bilimleri öğretmenleriyle yapılan bir çalışmada, öğretmenlerin yapay zekânın çoğunlukla işleri kolaylaştırması, bilgiye hızlı erişimi sağlaması gibi olumlu görüşlerin yanında, yapılmayan şeyleri yapılmış gibi gösterebilmesi, öğrencileri tembelleştirmesi gibi sebepler nedeniyle yapay zekâyâ ilişkin olumsuz görüşlere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır (Işık & Köse, 2025).

Shin ve Shin'e (2020) göre, fen dersleri, yapay zekâ uygulamaları boyutunda ilkökul dersleri arasında en yüksek değere sahiptir. Yapay zekâ, fen eğitiminde, veri analizi, öğrenme yönetimi, sanal deneyler, öğretim materyalleri ve öğrenci destek ve geri bildirim alanlarında kullanım alanı bulmaktadır (Taşkıran & Ergun, 2023). Marangoz (2024), fen eğitiminde yapay zekâ araçlarının anlaşılması zor kavramlarda, animasyon ve simülasyon gibi

zenginleştirilmiş içeriklerle hem konunun görselleşmesini sağlamak hem de öğrenenlere dijital ortamda deney yapma imkânı vermek için öğretmenler tarafından kullanıldığını belirtmektedir. Fen bilimleri eğitiminde kullanılan yapay zekâ araçlarının bazıları şu şekilde açıklanabilir (Marangoz, 2024):

Science360: Bilimsel konuların daha iyi anlaşılması ve keşfedilmesi için öğrenenlere interaktif üç boyutlu simülasyonlar ve videolar sunan bir yapay zekâ destekli uygulamadır.

Toca Lab (Elements): Öğrencilere periyodik tabloda bulunan 118 elementi keşfetme ve elementler arası etkileşimleri deneyler yaparak öğretme fırsatı sunan bir uygulamadır.

Science Experiments: Öğrenenlere fen bilimleri konularında basit deneyler yapma ve fen bilimleri konularını keşfetme fırsatı sunan yapay zekâ destekli bir uygulamadır.

Socrat AI: Socrat AI, modern öğrenme çözümleri oluşturmak için üretken yapay zekâ teknolojisini kullanan bir uygulamadır. Socrat AI, öğrenci katılımını ve akademik başarıyı iyileştirebilecek öğrenme deneyimleri oluşturmak için imkân sağlamaktadır. Gelişim izleme özelliği, öğretmenlerin öğrencilerinin ilerlemelerini takip etmelerini ve gerçek zamanlı geri bildirim vermelerini sağlamaktadır.

Science Journal: Google tarafından geliştirilen bir uygulama olan science journal, öğrencilere fen bilimleri konuları ile ilgili deneyler yapma konusunda yardımcı olmaktadır. Öğrenciler, sensörler yardımıyla çeşitli fiziksel ölçümlerden veriler elde edebilmektedir.

Synthia:Synthia, organik kimyada kullanılan bir yapay zekâ uygulamasıdır. Uygulama, kimyasal sentez planlamasını otomatikleştirerek sentez süreçlerini optimize etmeyi, daha verimli hâle getirmeyi amaçlamaktadır.

Sonuç ve Tartışma

Yapay zekâ uygulamaları günümüzde sağlık, eğitim, bankacılık, ekonomi, finans, üretim ve hizmet sektörleri, e-ticaret, bilgi ve belge yönetimi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Sarica, 2021; Malali & Gopalakrishnan, 2020; Majumdar vd. 2018; Hwang vd, 2020).

Eğitim alanında yapay zekâ kullanımının birçok konuda kolaylık sağlayacağı ve önemli katkılar sunacağı öngörülmektedir. Yapay zekâ sistemlerinin tüm bilim dalları ve toplum üzerindeki etkilerine uyum sağlanabilmesi ise ancak eğitim sistemiyle bütünleşmesiyle mümkün olacaktır (Coşkun & Gülleroğlu, 2021).

Yapay zekâ eğitimde öğrenme süreçlerini zenginleştirirken; veri gizliliği, algoritmik önyargı ve etik gibi sorunları da gündeme getirmektedir. Bu nedenle öğrencilerin haklarını gözeten adil bir öğrenme ortamı için yapay zekanın etik kullanımı önemlidir. Eğitim kurumları, geliştiriciler ve öğretmenler, bu teknolojinin eğitimde etik ilkelere uygun şekilde kullanılması için iş birliği içinde çalışmalıdır (Solak vd., 2025).

Yapay zekâ etiği algoritmaların ve yapay zekâ sistemlerinin tasarımı, geliştirilmesi ve kullanım süreçlerinde ortaya çıkabilecek sorunları ve bu süreçlere ilişkin etik kaygıları kapsamaktadır. Yapay zekâ teknolojilerinin artan karmaşıklığı, söz konusu etik meselelerin daha görünür ve tartışılabilir hâle gelmesine neden olmaktadır (Keskin & Seveli, 2024). Bu durum yapay zekâ okuryazarlığı kavramının önemini artırmaktadır.

Yapay zekanın eğitim bilimlerine entegrasyonu; öğretme, öğrenme ve eğitimi yapılandırma biçimimizi köklü bir şekilde dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu dönüşümden en iyi şekilde yararlanmak için yapay zekanın sunduğu imkânları benimsemek, beraberinde gelen etik ve uygulamaya yönelik sorunları dikkate almak ve tüm paydaşları sürece aktif olarak dâhil etmek büyük önem

taşımaktadır. Bu sayede, daha kapsayıcı, bireyselleştirilmiş ve etkili bir öğrenme ortamı oluşturmak mümkündür. Ancak bu dönüşüm sürecinde, yapay zekanın etik ve sorumlu kullanımı öncelikli tutulmalı; öğrencilerin gelişimini destekleyen, onları güçlendiren ve başarıya ulaşmaları için gerekli beceri ve bilgiyle donatan bir eğitim modeli inşa edilmelidir (Akyel & Tur, 2024).

Yapay zekanın eğitimde kullanımının giderek artmasıyla birlikte bu konuya yönelik akademik çalışmaların sayısında da belirgin bir artış gözlemlenmektedir (Ateş, 2025; Maqbool, 2021; Paek & Kim, 2021; Tang vd., 2023; Temur, 2025; Uğur & Usta, 2025; Üstün, 2024; Yeşilyurt, Dündar & Demir, 2024). Bu çalışmalara bakıldığında, genel olarak Türkiye'nin yayın sayısına göre sıralamalarda altlarda yer aldığı, çoğunlukla lisans öğrencileri ve öğretmenlerle çalışıldığı, fen eğitiminde yapay zekâ ile ilgili yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Halbuki, fen dersi yapı itibarıyla yapay zekâ uygulamalarına açık bir derstir (Shin & Shin, 2020). Marangoz (2024), fen eğitiminde, öğrenme ortamlarında, öğrenmede güçlük yaşanan konuların görselleştirilerek öğretiminde ve konuların deneyler yapılarak pekiştirilmesinde yapay zekanın kullanılabileceğini belirtmektedir. Fen eğitiminde kullanılabilecek yapay zeka uygulamalarına Science360, Toca Lab (Elements), Science Experiments, Socrat AI, Science Journal ve Synthia verilebilir (Marangoz, 2024).

Özetle, eğitimle yapay zekanın entegrasyonu kaçınılmazdır. Yapay zekanın eğitimdeki uygulamalarına özellikle fen eğitimi uygulamalarına bakıldığında, sınırlı sayıda çalışma olması ve onların da genellikle öğretmen adayları ve öğretmenlerin görüşlerine yönelik olması sonucundan yola çıkarak, yapay zekâ teknolojilerinin eğitim alanındaki etkilerinin özellikle akademik başarı, tutum ve motivasyon gibi değişkenler bağlamında daha kapsamlı biçimde değerlendirilebilmesi için doğrudan öğrencilerle uygulamalı olarak yürütülen çalışmalar yapılabilir. Ayrıca yapay zekanın bilhassa etik

konulardaki olumsuzluklarının önüne geçebilmek ve bilinçli bireyler yetiştirmek için yapay zekâ okuryazarlığına önem verilmelidir.

Kaynakça

Akdağ, H. (2024). Sosyal bilgiler öğretiminde yeni yaklaşımlar – V. Pegem Akademi.

Akdeniz, M., & Özdiñ, F. (2021). Eğitimde yapay zekâ konusunda Türkiye adresli çalışmaların incelenmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 912-932. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.938734>

Akyel, Y., & Tur, E. (2024). Eğitim bilimlerinde yapay zekânın potansiyeli ve beklentiler, zorluklar ve gelecek yönelimleri. *Journal of Kırsehir Education Faculty*, 25(1), 645-711.

Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zeka ve uygulamalar. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71-88.

Ateş, A. (2025). Eğitimde yapay zekâ konulu tezlerin incelenmesi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Ermenek Akademi Dergisi*, 1(1), 46-52.

Baker, T., & Smith, L. (2019). Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Nesta. Retrieved from https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf

Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24.

Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>

Çam, M. B., Çelik, N. C., Turan Güntepe, E. & Durukan, Ü. G., (2021). Öğretmen adaylarının yapay zekâ teknolojileri ile ilgili farkındalıklarının belirlenmesi. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (48), 263-285.

Çetin, M., & Aktaş, A. (2021). Yapay zeka ve eğitimde gelecek senaryoları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 18 (Eğitim Bilimleri Özel Sayısı), 4225-4268.

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 54(3), 947-966.

Dick, S. (2019). Artificial intelligence. *Harvard Data Science Review*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.1162/99608f92.92fe150c>

Duran, V. Ve Aydın, E. (2024). A comprehensive review of artificial intelligence in education: An AI-Assisted bibliometric analysis on Web of Science Database. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 11(104), 468-484.

Erciyes, F. (2024). Turing testinin davranışçı ve işlevselci yorumu. *Meta Zihin: Yapay Zekâ ve Zihin Felsefesi Dergisi*, 7(1), 43-57.

Erdoğan, Ş., Bozkurt, E. (2023). Fizik öğretmen adaylarının “yapay zekâ” kavramına ilişkin algılarının incelenmesi: Bir metafor çalışması, *Medeniyet ve Toplum Dergisi*, 7 (2), 152-163.

Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gaʻseviʻc, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *computers & education: Artificial intelligence*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>

Işık, E.&Köse, M. (2025). Investigating the views of science teachers on augmented reality, artificial intelligence, the metaverse,

and their applications in education. *Journal of Individual Differences in Education*, 6(2), 149-169

İşler, B., & Kılıc, M. (2021). Eğitimde yapay zeka kullanımı ve gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11.

Khan, I., Ahmad, A.R., Jsabeur, N.&Mahdi, M.N. (2021). An artificial intelligence approach to monitor student performance and devise preventive measures. *Smart Learning Environments*, 8(1), 1-18.

Keskin, D., & Seveli, O. (2024, Mayıs). Eğitimde yapay zekâ ve etik. In *International topkapı congress III* (ss. 38–43).

Kesler, S. (2021). Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde yapay zeka sisteminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi.

Kutlucan, E. & Seferoğlu S. S. (2024). Eğitimde yapay zekâ kullanımı: ChatGPT'nin KEFE ve PEST analizi. *TEBD*, 22(2), 1059-1083. <https://doi.org/10.37217/tebd.1368821>

Laupichler, M. C., Aster, A., Schirch, J., & Raupach, T. (2022). Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100101.

Lin, P.Y., Chai, C.S., Jonh, M.S., Dai, Y., Guo, Y.&Qin, J. (2021). Modelling the structural relationship among primary students' motivation to learn artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2 (100006). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100006>

Long, D., Blunt, T., & Magerko, B. (2021). Co-designing AI literacy exhibits for informal learning spaces. *Proceedings of the*

ACM on Human-Computer Interaction, 5(CSCW2).
<https://doi.org/10.1145/3476034>

Majumdar, B., Sarode, S. C., Sarode, G. S., & Patil, S. (2018). Technology: Artificial intelligence. *British Dental Journal*, 224(12), 916-916.

Malali, A. B., & Gopalakrishnan, S. (2020). Application of artificial intelligence and its powered technologies in the indian banking and financial industry: An overview. *Iosr Journal of Humanities and Social Science*, 25(4), 55-60.

Maqbool, F. (2021). The role of artificial intelligence and smart classrooms during covid-19 pandemic and its impact on education. *Journal of Independent Studies and Research Computing*, 19(1), 1-11.

Marangoz, M. (2024). Eğitim ortamında kullanılan yapay zeka uygulamaları. *International Journal of Progression and Development in Education*, 2(2), 26-39.

Miller, M. (2024). *Eğitimciler için yapay zeka*. Anı Yayıncılık.

Meço, G., & Coştu, F. (2022). Eğitimde yapay zekânın kullanılması: betimsel içerik analizi çalışması. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 171-193.

Menon, D., & Shilpa, K. (2023). Chatting with ChatGPT: Analyzing the factors influencing users' intention to use the Open AI's ChatGPT using the UTAUT model. *Heliyon*, 9(e20962), 1-19.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20962>

Millî Eğitim Bakanlığı. (2023). Yapay zekâ uygulamaları dersi öğretim programı (I-II): Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu 7 ve 8. sınıflar. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Mondal, B. (2020). Artificial intelligence: State of the art. In *Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things* (ss. 389–425).

Nabiyev, V., & Erümit, A. K. (2020). *Eğitimde yapay zekâ: Kuramdan uygulamaya*. Pegem Akademi Yayınları.

OECD. (2019). *Artificial intelligence in society*. <https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>

Ottenbreit-Leftwich, A., Glazewski, K., Jeon, M., Jantaraweragul, K., Hmelo-Silver, C.E., Scribner, A. & Lester, j. (2023). Lessons learned for AI Education with elementary students and teachers. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 267-289.

Paek, S., & Kim, N. (2021). Analysis of worldwide research trends on the impact of artificial intelligence in education. *Sustainability*, 13(14), 7941.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2023). *Yapay zekâ: Modern bir yaklaşım* (C. Öz, Çev.). Palme Yayınevi.

Sarıca, R. (2021). Eğitimde yapay zeka: Kavramsal temeller. İçinde U. Köse (Ed.), *Eğitimde zeki ve esnek teknolojiler*. Pegem Akademi.

Saçan, S., Tozduman Yaralı, K., & Kavruk, S. Z. (2022). Çocukların “yapay zekâ” kavramına ilişkin metaforik algılarının incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 64, 274–296.

Sayım, F. (2022). *İşletmelerde ve yönetimde yapay zeka: Kavramlar – uygulamalar* (2. baskı, ss. 19–32). Seçkin Yayıncılık.

Sevli, O. (Haziran: 2023). ChatGPT’nin Eğitim Alanında Kullanımı (Using ChatGPT in Education). Conference: *4th International Black Sea Modern Scientific Research Congress* (4.

Uluslararası Karadeniz Modern Bilimsel Araştırmalar Kongresi)'nde sunulmuş bildiri. Rize.https://www.researchgate.net/publication/371990925_ChatGP_T'nin_Egitim_Alaninda_Kullanimi_Using_ChatGPT_in_Education

Shin, W. S. & Shin, D. H. (2020). A study on the application of artificial intelligence in elementary science Education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39(1), 117-132.

Solak, Y., Dal, H. O., Çinkır, G., & Onu, F. N. (2025). Yapay zekâ etiği: Eğitimde kullanımının sınırları ve sorumlulukları. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches*, 11(49), 108–116.

Tang, K. Y., Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2023) Trends in artificial intelligence-supported e-learning: a systematic review and co-citation network analysis (1998–2019). *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2134-2152, <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1875001>

Temur, S. (2025). Eğitimde yapay zekâ kullanımı: Etik sorunlar ve çözümler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (74), 568–595.

Uğur, S., & Usta, İ. (2025). Yapay zekânın eğitimde kullanımı ile ilgili Türkiye'de yapılan lisansüstü tezlerin bibliyografik analizi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 143–163.

Üstün, A. B. (2024). Eğitim alanında yapay zekâ uygulamaları: lisansüstü tezlerin sistematik incelemesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 95-112. <https://doi.org/10.53694/bited.1593139>

Wiredu, J. (2023). An investigation on the characteristics, abilities, constraints, and functions of artificial intelligence (AI): The

age of ChatGPT as an essential. *Information and Management*, 108(3), 62614–62620.

Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S., ... Zhang, J. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation*, 2(4), 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179>

Xue, Y.&Wang, Y. (2022). Artificial intelligence for education and teaching. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 1, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/4750018>

Yeşilyurt, S., DüNDAR, R., & Demir, R. Z. (2024). Türkiye’de yapay zekâ ve eğitim ilişkisini inceleyen lisansüstü tezlerin analizi: Bir meta sentez çalışması. *Journal of Innovative Research in Social Studies*, 7(1), 47-73. <https://doi.org/10.47503/jirss.1484848>

Yılmaz, A. (2023). Fen bilimleri eğitiminde dijital uygulamalar, yapay zekâ ve akıllı yazılımlar: Tehditler ve fırsatlar. Adile Akpınar (Edt.). *Matematik ve fen bilimleri üzerine araştırmalar-II* (s.1-21). Özgür Yayınları.

Yılmaz, R., & Karaoglan Yılmaz, F. G. (2023a). Augmented intelligence in programming learning: Examining student views on the use of ChatGPT. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100005.

FEN EĞİTİMİNDE STEM YAKLAŞIMI ve ÖĞRENME ÜRÜNLERİNE ETKİSİ

ŞAFAK ULUÇINAR SAĞIR ¹
BURÇİN GÜNGÖR ²

Giriş

Günümüzde eğitimin, sadece bilmek değil uygulayabilmek ve yenilik önerebilmek anlamında çok daha kapsamlı ve üretken bir anlayışa sahip olduğu söylenebilir. Değişen dünya koşulları teknolojinin hızlı gelişimi ve bu alanlarda yetişmiş insan gücüne olan ihtiyaç öğretim programlarının da revize edilmesi ve buna yönelik düzenlemelere gidilmesini şart koşturmuştur. Bireylerin yenilikçi, üretken, analitik düşünen, eleştiren ve sorgulayan, 21. yüzyıl becerilerine sahip olarak yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Küresel rekabetin artması, bilgi ve teknolojiye dayalı bir toplum yapısının güçlenmesi, eğitim sistemlerini yeniden yapılandırma ihtiyacını doğurmuştur (Bybee, 2010). Bu bağlamda STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi, özellikle fen bilimleri öğretiminde öğrencilere disiplinler arası düşünme, problem

¹ Prof. Dr., Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0003-3383-5330

² Uzman Öğretmen, İzmir Çiğli Cahide Ahmet Dalyanoğlu Ortaokulu, ORCID: 0009-0007-4594-1399

özme becerisi, yaratıcılık ve innovasyon gibi 21. yy. becerilerinin kazandırılmasını hedefleyen bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Breiner vd., 2012; Kuenzi, 2008). STEM eğitimi, “fen, teknoloji, mühendislik ve matematik” disiplinlerinin entegrasyonunu temel alarak öğrencilerin bu alanlarda karşılaştıkları kavramları daha anlamlı bir biçimde ilişkilendirmelerine olanak tanır (Corlu, Capraro & Capraro, 2014). Bu bölümde STEM eğitimi tanıtılarak beşinci sınıf Fen Bilimleri dersinde STEM eğitiminin başarı ve STEM’e yönelik tutuma etkisi incelenmiştir.

STEM Eğitimi

Ülkelerin kalkınma düzeylerinin bilim ve teknolojiadaki gelişmişlikle belirlendiği günümüzde fen eğitimi alanında tasarım ve mühendislik becerilerinin de kazandırılmasını amaçlayan yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır. Bunlardan biri olarak ilk defa 2001’de ABD’de J. Ramaley’in kullandığı STEM kavramı daha sonraları farklı ülkelerde eğitim programlarında yer bulmuştur (National Research Council, 2011). STEM, “Science, Technology, Engineering, Mathematics” kelimelerinin kısaltması olarak türetilmiş Türkçe’ye uyarlaması FeTeMM “Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik” olarak kullanılmıştır. STEM, “fen, teknoloji, mühendislik ve matematik” alanlarının entegre edilerek bireylerin günlük yaşamda karşılaşabilecekleri problemlerin çözümüne odaklanan, ilgi çeken ve motive eden deneyimler sunan aşamalı ve beceri odaklı bir yaklaşımdır (Akarsu, Okur Akçay & Elmas, 2020).

STEM eğitimi, tasarım odaklı bir süreçtir. Farklı disiplinlerin bir araya getirilerek çok boyutlu bir öğrenmenin amaçlandığı (Smith & Karr-Kidwell, 2000) STEM eğitim yaklaşımı, ABD’de bir politika haline gelmiş ve STEM okulları ile öğrencilerin “fen, teknoloji, mühendislik ve matematik” alanlarında pozitif bir bakış açısı edinmeleri amaçlanmıştır (Akgündüz & Ertepinar, 2015; NRC,

2011). Ülkemizde ise 2018 yılında Fen Bilimleri dersi öğretim programında fen biliminin; matematik teknoloji ve mühendislik ile bütünleşmesi gerektiği belirtilerek olup mühendislik ve tasarım becerilerine de değinilmiştir (MEB, 2018). 2024 Fen Bilimleri öğretim programında ise 21. yüzyıl becerilerini kapsayan disiplinler arası ilişkiler içeren fen öğretimi hedeflenmiştir.

Hmelo-Silver (2004) STEM eğitiminin disiplinler arası, probleme dayalı ve performansa dayalı öğrenmeleri içeren, dijital öğretim teknolojileri ile bütünleşmiş, süreç ve sonuç değerlendirme içeren bir eğitim olması gerektiğini ifade etmiştir. STEM eğitiminde bir araya getirilen “fen, teknoloji, mühendislik ve matematik” alanları proje tabanlı öğrenme sayesinde hem öğrenme düzeyi hem de öğrencinin ilgisi arttırılabilir. STEM eğitimi, öğrenme ortamının enerjisini arttırarak öğrencilerin özgüven ve özyeterliliğini geliştirmesi, okulu terk oranını azaltması, derslerde yaratıcılık, dizayn, teknoloji ve mühendislik kullanıldığı için matematik ve fen bilimlerinde öğrencilerin daha motive olması sağlamaktadır (NRC, 2011). Gardner’ın deyişiyle “makinenin yapamadığı işleri” yapabilen bilgiye ve beceriye sahip olan bireylerin yetiştirilmesi için işbirliği, yaratıcılık, problem çözme becerisi ve eleştirel düşünme becerisinin kazandırılması gereklidir ve STEM eğitimi bunun için uygun görünmektedir (Akgündüz & Ertepinar, 2015)

Akarsu vd. (2020) STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri alan yazındaki farklı çalışmalardan şu şekilde özetlemektedir: STEM “*disiplinler arası bir yaklaşımdır*”. Yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümü için birden fazla disipline ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu nedenle disiplinler arası hatta disiplinler üstü bir yaklaşımla sorunlara çözüm aranması önemlidir. STEM “*gerçek hayattan sosyal değeri olan ilginç bir bağlam ile kurgulanmasıdır*”. Sosyal değeri olan ve öğrenciye ilginç gelen bağlamlar, disiplinlerin bütünleştirilmesini kolay olduğu bağlamlar öğrenmeyi destekler. STEM eğitiminde “*mühendislik tasarım süreci (MTS)*” uygulanır.

Birden fazla disiplinin birleştirilerek sorun çözümünü hedefleyen mühendislik süreci en yaygın kullanılan çerçevedir. STEM eğitiminde “*kanıta dayalı karar verme süreci*” işler. STEM eğitiminde bilimsel kanıtlara dayalı hipotezlerin desteklenerek problem çözümü esastır. Bireysel ve grupla karar süreçlerinde kanıtların değerlendirilmesi ve tartışılması önemlidir. “*Tekrarlı bir tasarım süreci*” vardır. STEM eğitimi yaklaşımında bilişsel düzeyi aşamalı artan kazanımlara dönük tekrarlı görevlerin planlanması, problemin tartışılarak etkili çözüme yönteminin araştırılması önemlidir. “*Öğrenmenin adım adım yapılandırılması*” söz konusudur. Öğrencinin bilişsel düzeyine göre kazanımlara ulaşması için detaylı planlama ve süreçteki durumuna göre soru ve ipuçları belirlenmelidir. STEM eğitiminde “*hatalardan öğrenme*” vardır. Öğrencinin hataları üzerinde düşünerek yeni kavramlar öğrenmesi, hipotezler kurarak tasarımını geliştirmesi ve farklı deneyimler edinmesine STEM eğitimi fırsat sunar. “*Ürün değil süreç odaklı eğitim yaklaşımı*” esastır. STEM eğitiminde süreç öğrenciyi dersin kazanımlarına ulaştırmada ve iyi ürünün oluşturulmasında önemlidir. “*Çözümde çeşitliliğe izin verir ve tek doğru cevabı olmaz*”. STEM eğitimi yaklaşımında, çoklu çözümlere fırsat verecek gerçek yaşam problemini içeren senaryolarla öğrencilere farklı tasarım yolları gösterilmektedir. “*Grup çalışması*” yapılıır. Etkili iletişim, takım çalışması becerileri ve akran öğrenmelerinin desteklenmesi sağlandığından STEM eğitiminde grup çalışması vazgeçilmezdir.

STEM eğitiminde günlük yaşam problemlerinin anlaşılması ve çözüm üretilmesinde STEM disiplinlerinin mühendislikle bütünleştirilmesi gerekir. Moore vd.’nin (2013) geliştirdikleri mühendislik tasarım süreci; “*tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme ve karar verme*” basamaklarından oluşur. Mühendislik tasarım sürecinde öğrenci bir mühendis gibi düşünerek önce problemi belirler ve anlamaya çalışır, çözümde gereken olan

fen ve matematik bilgisini öğrenen öğrenci plan yaparak bir prototip oluşturur ve bunu denemeye başlar. Deneme yaparken veri toplar, verileri test eder, bulunan çözümün yeterliğine takın arkadaşlarıyla tartışarak karar verir. Çözüm yetersiz bulunursa tasarım sürecindeki problemleri basamağa dönülerek sürece devam edilir (Moore vd., 2013).

Bütünleşik STEM Eğitimi

Fen eğitiminde bilim ve matematiğin kavramı ve uygulamalarını, mühendislik ve teknoloji kavram ve uygulamalarıyla bütünleştiren tasarım teknoloji/temelli öğrenme sürecini Sanders ve Wells (2006) bütünleşik STEM eğitimi olarak adlandırmıştır. Moore ve diğ., (2014) ise *“öğrencilerin, matematik ya da fenin anlamlı bir şekilde öğrenilmesini ve uygulanmasını gerektiren teknolojiler geliştirmenin bir aracı olarak mühendislik tasarımına katılmalarını sağlamak için eğitimcilerin bir çabası”* olarak tanımlamıştır. Bütünleşik STEM eğitiminde amaç, mühendislik tasarım sürecinin fen dersleri ile iç içe olmasını sağlamaktır. Bunun için mühendisliğin öğrenme amaçlarını diğer alanların öğrenme amaçları içine yerleştirilmesi veya mühendislik uygulamalarıyla diğer öğrenme alanlarının örtüştürülmesi olarak iki yol önerilmiştir (Gencer vd., 2019).

Bütünleşik STEM eğitimi kapsamını oluştururken; alanın, öğretilecek konu/öğrenme alanının, diğer disiplinlerle ilişkisinin belirlenmesi, STEM bütünleşmesinin sağlanarak etkinlikleri tasarlanması, tasarlanan STEM etkinliklerin uygulanması ve değerlendirme aşamaları bulunmaktadır (Yıldırım, 2018a). STEM eğitimi hedeflerinin, öğrenme çıktılarının, bütünleşmenin doğası ve uygulama basamaklarının göz önünde bulundurularak bütünleşik STEM eğitimi planlanmalıdır (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). Bütünleşik STEM eğitimi için sınıflar öğrenci katılımını sağlayacak motive edici, ilgi çekici; üst düzey düşünme becerilerini

geliştirecek teknoloji ve mühendislik tasarım zorluklarını içeren; öğrencilerin başarısızlıklarından öğrenmelerine ve yeniden tasarım denemelerine imkan veren; matematik ve fen öğrenme hedeflerine yer veren proje ve probleme dayalı öğrenmeye dayalı gerçek hayat sorunlarını içeren; öğrenci merkezli; işbirliği ve takım çalışmasını destekleyen yapıda olmalıdır (Moore vd., 2016).

STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesini Bybee (2013) tek disiplinden bütünleşik STEM'e doğru dokuz farklı modelle açıklamıştır. İlk modelde STEM fen veya matematikten biri tek disiplinli iken ikinci modelde hem fen hem matematiği içerir. Üçüncü modelde STEM diğer disiplinleri bir araya getiren fen anlamında kullanılmıştır. Dördüncü modelde STEM fen, matematik, teknoloji ve mühendisliği ayrı disiplinler olarak alır. Beşinci modelde STEM, fen ve matematiği ayrı disiplin olarak alırken teknoloji veya mühendislikle bağlantılı bir programla bağlanır. Altıncı modelde STEM, disiplinler arası koordinasyon anlamındadır. Yedinci modelde STEM iki veya üç disiplini birleştirirken sekizinci modelde STEM, disiplinler arasında tamamlayıcı örtüşmeler anlamındadır. Son model ise STEM disiplinler üstü bir alandır (Gencer vd., 2019).

STEM yaklaşımının uygulanmasında disiplinleri bütünleştirilmesi noktasında içerik entegrasyonu ve bağlam entegrasyonundan bahsedilmektedir. İçerik entegrasyonunda öğretmenin bir probleme odaklanması, farklı STEM disiplinlerini kullanarak problemin çözümü dolayısıyla problem üzerinden farklı disiplinlerin bir arada kullanımı; bağlam entegrasyonunda bir disipline odaklanılıp günlük yaşam probleminin çözümünde veya konunun anlaşılmasında diğer disiplinlerin kullanılması söz konusudur (Roehrig Moore, Wang & Park, 2012). Eğitimdeki uygulamalarına bakıldığında daha çok bağlam entegrasyonunun kullanıldığı görülmektedir. STEM uygulamalarında teknoloji çoğunlukla araç olarak kullanılmakta olup robotik uygulamalar

(Aydın, 2017; Kim vd., 2015), artırılmış gerçeklik uygulamaları (Ib  ez & Delgado-Kloos, 2018),     boyutlu yazıcılar (Grant vd., 2016) ve dijital oyunlar (Gilliam vd., 2017; Hawkins vd., 2019) STEM eēitimi araştırmalarında kullanılmaktadır.

STEM Eēitiminde   ērenme-   ēretme Modelleri

STEM eēitimi bir yaklaşımdır ve farklı   ērenme modellerine entegre edilerek uygulanması zor bir süreçtir.   ēretmenin pedagojik bilgisi STEM entegrasyonunu saēlamada önemlidir (Yıldırım, 2018a). Bir   ēretmen sınıfında STEM eēitimi tasarlarken 5E modeline entegrasyon, STEM SOS modeli, Proje tabanlı   ērenme ve Baēlam temelli   ērenmeden yararlanılabilir.

5E modeline STEM'in entegrasyonu sürecinde yapılandırmacı yaklaşımın 5E modelindeki (giriş, keşfetme, açıklama derinleştirme, deēerlendirme) ilk     aşamada   ēretilmek istenen kavram veya konuya odaklanır. Giriş aşamasında dikkat çekmek için sorular sorulur ve   n bilgi ortaya çıkarılır. Keşfetme aşamasında   ērencinin konuya yönelik bilgisayardan, hazır setlerden veya deneylerle araştırma yapması keşfetmesi saēlanır. Açıklamada ise   ērencinin keşfettiklerinden hareketle konu   ēretilir. Derinleştirme aşamasında STEM'in dahil edildiēi, farklı disiplinlerle ilişki kurularak problem durumu üzerinden mühendislik süreci işletilerek ürün oluşturulur. Deēerlendirmede   r  n üzerinden süreç ve sonuç deēerlendirmesi yapılır (Yıldırım, 2018a).

STEM SOS modelinde araştırma temelli ve proje temelli   ērenmeye dayalı     seviyede projeler yer alır. İlk seviyedeki proje araştırma temelli   ērenmeye dayanırken diēerleri proje temelli   ērenme esaslıdır. Seviye I'de   ērencinin araştırma yapma becerisi kazanması amaçlanır. Kısa süreli bu projelerde   ērenci bir konuya yönelik araştırma yapar, veri toplar, verileri analiz eder ve yorumlar. Seviye II ve III'teki projelerde   ērenciler disiplinler arası çalışmalarla STEM'i uygulayacaēı uzun süreli projeler yürütür.

STEM SOS modeliyle araştırma yapmayı öğrenen öğrenci, eleştirel düşünme, problem çözme gibi becerileri kazanarak bir tasarım ortaya koyar.

Proje tabanlı öğrenme (PTÖ) STEM’de kullanılan en yaygın yaklaşımlardan birisidir. PTÖ’de öğrenci günlük yaşamdan problemlerle karşılaştırılarak bilgiyi anlamlı öğrenmesi sağlanır (Capraro, Capraro & Morgan, 2013), problem çözme becerileri gelişir, 21. yy becerilerini kazanır, STEM alanındaki meslekleri tanır ve eğitimin kalitesi artar (Bell, 2010). Bu açıdan PTÖ ve STEM benzetilmektedir. PTÖ planlama, değerlendirme ve sunum aşamalarından oluşur. PTÖ’nün aşamalarını Erdem (2002) şu şekilde vermiştir:

- Proje araştırma hedeflerinin ve probleminin belirlenmesi.
- Proje raporunun niteliklerinin ve sunum şeklinin belirlenmesi.
- Değerlendirme kriterlerinin tespiti.
- Ekiplerin oluşturulması.
- Alt problemlere göre araştırma çerçevesinin oluşturulması.
- Çalışma takvimi ve kontrol noktalarının tespiti.
- Bilgi toplanması.
- Projenin raporlaştırılması ve sunumu.

STEM PTÖ uygulanmasında ise mühendislik tasarım sürecini içerebilecek iyi bir problem durumunun hazırlanması ile başlanır, gruplar oluşturulup görev dağılımı yapılır, araştırma yapılır, model tasarımı yapılır, proje sunulur ve değerlendirilir. STEM PTÖ uygulamasında birden fazla disipline yer verilerek bir araştırma yapıldıktan sonra mühendislik tasarım süreçlerinin uygulanması,

prototip hazırlanıp değerlendirildikten sonra yeniden tasarlanıp sunulması PTÖ'den farklılığıdır (Selvi & Yıldırım, 2017).

Bağlam temelli öğrenme (BTÖ) günlük yaşamla bağlantı kurularak öğrenmenin planlanmasını gerektirir. Fenle veya matematikle ilişkili bir haberin sınıfa getirilmesi, tartışılması, öğretmenin tartışmayı sonlandırması, haber ve bilimsel kavramlar arasında bağlantının kurulması aşamaları ile sınıfta uygulanan BTÖ STEM etkinlikleri ile birleştirilebilir (Adanur, 2023; Yıldırım, 2018b).

STEM alanındaki meslekler bir ülkenin gelişmesinde, vatandaşlarının yaşam standartlarını iyileşmesinde katkı sağlar (Langdon vd., 2011). STEM alanlarına yönelmek için sekizinci sınıftan önceki eğitim kademelerinde öğrencilerin farkındalığının artırılması önemlidir. Ülkemizde STEM eğitimi, 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı'na entegre edilmiş ve mühendislik-tasarım becerileri aracılığıyla öğrenme süreçlerinin desteklenmesi hedeflenmiştir (MEB, 2018). Ortaokul düzeyindeki STEM eğitimi çalışmalarının çoğunlukla 6., 7., 8. sınıflarda (Çalışıcı, 2018; Dumanoglu, 2018; Gülseven, Tüysüz & Tozlu, 2021; Olivarez, 2012) ve mühendislik tasarım modeliyle (Alinak Bozkurt, 2018; Ercan & Şahin, 2015; Laçın Şimşek & Sosyal, 2022; Marulcu & Höbek, 2014; Marulcu & Barnett, 2016; Moore vd. 2014; Rogers & Portsmore, 2004; Wendell & Rogers, 2013) olduğu, 5. sınıfta az sayıda araştırma olduğu ve elektrik konusunda çalışma olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada Fen Bilimleri dersinde 5. sınıf Elektrik Devre Elemanları ünitesinde 5E modelinde STEM eğitiminin öğrenci başarısına ve STEM'e yönelik tutuma etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırma Modeli

Fen Bilimleri öğretiminde STEM etkinliklerinin etkililiğini incelemeyi amaçlayan bu araştırmada nicel araştırma desenlerinden “ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılmıştır. Kullanılan bu desende iki çalışma grubu belli değişkenler üzerinde eşleştirilir. Eşleştirme sonrasında gruplar uygulama gruplarına seçkisiz olarak yerleştirilir (Büyüköztürk vd., 2017). STEM etkinliklerinin yapılacağı grup deney, daha önceden öğretmenin uyguladığı yöntemle öğretime devam edilecek grup kontrol grubu olarak rastgele atanmış ve araştırma yürütülmüştür.

Çalışma Grubu

Araştırma çalışma grubunu 2023-2024 öğretim yılında Ankara Yenimahalle’de bir ortaokulda öğrenim gören, 43 beşinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Okuldaki beşinci sınıflardan biri rastgele deney diğeri kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney grubu 23, kontrol grubu 20 öğrenciden oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları

“Elektrik Devre Elemanları Başarı Testi”: Ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin “Elektrik Devre Elemanları Ünitesi” ile ilgili başarılarını ölçmek amacıyla Güven ve Selvi (2021) tarafından geliştirilen 26 soruluk çoktan seçmeli testten yararlanılmıştır. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim programı kazanımlarına göre hazırlanan testteki soruların kazanımlara göre dağılımı “F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir.” kazanımı için 2 soru, “F.5.7.1.2. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar” kazanımı için 5 soru ve “F.5.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin ederek tahminlerini test eder.” kazanımı için 19 soru şeklindedir. Testin bilgi birikimi ve bilişsel süreç boyutlarına göre dağılımı

olgusal bilginin hatırlama (1.,2.,3. sorular) ve anlama (4.,7. sorular) düzeyinde 5 soru; kavramsal bilginin anlama (5. soru), çözümleme (9.,18. sorular) ve değerlendirme (10.soru) boyutunda 4 soru; işlemsel bilginin uygulama (6.,12.,15. sorular), çözümleme (11.,13. sorular) ve değerlendirme (8.,14.,16.,17.,19.,20.,21.,22.,23.,24.,25.,26. sorular) boyutunda 12 soru şeklindedir. Testten alınacak en yüksek puan 26 en düşük sıfırdır. Başarı testinin “madde güçlük indeksi ortalaması” 0,637; “ayırıcılık indeksi ortalaması” ise 0,551’dir. KR-20 güvenirlik kat sayısı 0,876’dır. Orta güçlükte, ayırt ediciliği çok iyi ve olan güvenilirliği yüksek bir test olduğu söylenebilir.

“*STEM Tutum Ölçeği*”: Guzey, Harwell ve Moore’un (2014) geliştirdiği, Aydın, Saka ve Guzey (2017) tarafından Türkçe’ye uyarlanan 28 maddeden oluşan STEM Tutum Ölçeği araştırmada kullanılmıştır. Ölçekte dört alt faktörden oluşmaktadır. Bunlar; “*STEM’in kişisel ve sosyal uygulamaları (12 madde), Fen ve Mühendisliği öğrenme ve STEM ile ilişkilendirme (10 madde), Matematiği öğrenme ve STEM ile ilişkilendirme (3 madde) ve Teknoloji kullanımı ve öğrenme (3 madde)*” olarak adlandırılmıştır. Beşli likert ölçeğin Cronbach alfa güvenirliği 0,94, alt boyutlarda ise sırasıyla 0,91; 0,86; 0,80 ve 0,79 olarak verilmiştir (Aydın vd., 2017). Bu araştırmada ise toplam güvenirlik 0,95 alt boyutlarda ise 0,93; 0,89; 0,84; 0,78 olarak hesaplanmıştır.

Uygulamalar

Araştırma Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Etik Kurulu’ndan 01.12.2022-104480 tarih ve sayılı etik onayı ve Ankara Yenimahalle Milli Eğitim Müdürlüğü’nden 06.06.2023 -77632345 tarih ve sayılı araştırma izni alınarak yürütülmüştür. Yenimahalle’de bir ortaokulda deney grubu olarak rastgele belirlenen bir şubede STEM etkinlikleri ile; kontrol grubu olarak alınan diğer şubede ise ders kitabında yer alan etkinliklerle öğretim yapılmıştır. Elektrik

Devre Elemanları ünitesinde kazanımlara yönelik “Devre elemanlarını tanıyorum, Elektrik devresi çiziyorum, Değişkenleri tanıyorum” isimli STEM etkinlikleri geliştirilmiştir. 5E’ye göre hazırlanan STEM ders planlarında ilgi çekme, keşif, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamaları yer almaktadır. Örnek ders planı ekte verilmiştir. Deney grubunda üç hafta süreyle STEM ders planlarını uygulayan öğretmen, öğrencilerin bilgiye ulaşma sürecinde rehber konumundadır. Kontrol grubunda 2018 Fen Bilimleri öğretim programı ders kitabındaki etkinliklerle öğretim yapılmıştır. Deney grubu öğretmeni ile kontrol grubu öğretmeni aynı olup on yedi yıllık Fen Bilimleri öğretmenidir.

Verilerin Analizi

Araştırmada Elektrik Devre Elemanları Başarı Testi (BT) ve STEM Tutum Ölçeği (STÖ) her iki gruba da ön ve son test olarak uygulanmıştır. Verilerin analizi SPSS 22.0 programı ile yapılmıştır. Betimsel istatistiklerle çarpıklık- basıklık değerlerinden normal dağılımı kontrol edilmiştir. BT ve STÖ puanları gruplara göre incelendiğinde çarpıklık katsayılarının -0,88 ile 0,35 aralığında olduğu; basıklık katsayılarının -1,56 ile 1,35 aralığında olduğu görülmüştür. Çarpıklık değeri ve basıklık değerinin -2, +2 arasında olması verilerin normal dağılımının göstergesi kabul edilmektedir (George & Mallery, 2001; Pallant, 2016). Normal dağılım gösteren verilere parametrik testler uygulanmıştır. İkili grup karşılaştırmalarında “ilişkisiz örneklem t-testi”, grup içi karşılaştırmada “ilişkili örneklem t-testi” ve son testlerin karşılaştırmasında “tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA)” yapılmış, $p=0,05$ anlamlılık düzeyinde sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bulgular

“Elektrik Devre Elemanları Ünitesi Başarı Testi” (BT) ön test puanları gruplar arasında ilişkisiz örneklem t- testi ile karşılaştırılarak sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. BT öntest puanları karşılaştırılmasına ait t- testi sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
Deney	23	11,70	3,62	41	2,23	0,031*
Kontrol	20	9,15	3,83			

*p< 0,05

STEM etkinlikleriyle öğretim yapılan deney grubunda ön test ortalaması 11,70 iken 2018 Fen Bilimleri ders kitabının uygulandığı kontrol grubunda 9,15 olduğu ve arada anlamlı farkın olduğu bulunmuştur ($t_{41}=2,23$ $p<0,05$). Son testleri karşılaştırılırken ön test puanları kovarye edilmiştir.

Son test puanlarının kovaryans analizine ait betimsel istatistik değerleri Tablo 2’de ANCOVA sonucu Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2. BT son test puanlarının betimsel istatistikleri

Grup	N	$\bar{X}$	s	Düzeltilmiş $\bar{X}$
Deney	23	16,83	4,74	15,57
Kontrol	20	15,60	5,75	17,04

Deneysel işlem sonrası deney grubunun son test ortalaması 16,83 kontrol grubunun ortalaması 15,60 bulunmuştur. Ön test puanları kontrol altına alındığında gruplar için düzeltilmiş ortalamalar sırasıyla 15,57 ve 17,04 hesaplanmıştır. Düzeltilmiş ortalamaları ANCOVA ile karşılaştırıldığında son test puanlarında gruplar arası farkın istatistiki anlamlı olduğu görülmüştür ($F_{1,40}=10,222$ $p<0,05$).

Tablo 3. BT son test puanlarına ait ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Etki büyüklüğü
Model	652,613	2	326,306	26,770	0,000*	0,572
Grup	124,600	1	124,600	10,222	0,003*	0,204
ÖBT	636,531	1	636,531	52,220	0,000*	0,566
Grup ÖBT	20,604	1	20,604	1,690	0,201	0,041
Hata	487,573	40	12,189			
Toplam	19941,000	31				

*p<0,05

Başarı testi puanlarının grup içinde ön test- son test değişimin incelenmesi ilişkili örneklem t-testi ile yapılmış sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. BT ön test-son test karşılaştırılmasına ait t-testi sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	s	t	sd	p
Deney	Ön Test	23	11,70	3,62	15,479	22	0,000*
	Son Test	23	16,83	4,74			
Kontrol	Ön Test	20	9,15	3,83	10,687	19	0,000*
	Son Test	20	15,60	5,75			

*p<0,05

STEM etkinlikleriyle öğretimde başarının arttığı; ortalamının 11,70'ten 16,83'e çıktığı, ön-son test farkının anlamlı olduğu saptanmıştır ($t_{22}=15,479$ $p<0,05$). Ders kitabına göre öğretim yapılan kontrol grubunda da ortalama 9,15 iken 15,60'a yükselmiş;

başarıda anlamlı bir farklılık olmuştur ($t_{19}=10,687$ $p<0,05$). İki grupta da öğrenci başarısının arttığı söylenebilir.

Soru soru son testler incelendiğinde deney grubunda 8. soru tüm öğrenciler doğru cevaplamış; 6. soruyu bir, 7, 12, 15. soruyu iki kişi yanlış yapmış, 1,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,15,17,19,20,21,23,26. sorular çoğu öğrenci tarafından doğru yapılmıştır. Kontrol grubunda ise tüm öğrencilerin doğru cevapladığı bir soru olmadığı, 3,4,6,7,8,9,11,12,16,17,21,22,26. soruları çoğu öğrenci tarafından doğru cevaplandığı belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin kontrol grubundakilerden farklı olarak daha fazla doğru cevapladığı sorular uygulama, çözümleme ve değerlendirme düzeyindeki sorulardır.

STEM tutum ölçeği ön test puanlarının ölçeğin alt boyutları ve toplamda karşılaştırılmasına ait ilişkisiz örneklem t-testi sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. STÖ ön test puanları karşılaştırılması t-testi sonuçları

Boyutlar	Grup	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
STÖ1	Deney	23	43,74	12,09	41	-0,401	0,691
	Kontrol	20	45,15	10,78			
STÖ2	Deney	23	34,30	9,36	41	0,195	0,847
	Kontrol	20	33,75	9,26			
STÖ3	Deney	23	10,95	3,69	41	0,286	0,777
	Kontrol	20	10,65	3,28			
STÖ4	Deney	23	11,00	2,46	41	-0,578	0,566
	Kontrol	20	11,55	3,72			
STÖt	Deney	23	100,00	24,79	41	-0,149	0,883
	Kontrol	20	101,10	23,48			

“STÖ1: STEM’in kişisel ve sosyal uygulamaları STÖ2: Fen, mühendislik ve STEM’le ilişkilendirme STÖ3: Matematiği öğrenme ve STEM’le ilişkilendirme STÖ4: Teknolojinin kullanımı ve öğrenimi STÖt: Ölçeğin toplam puanı”

Ön test STÖ puanları karşılaştırıldığında ölçeğin alt boyutları ve toplam puanında gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı görülmüştür. STÖ'nün STEM'e yönelik tutumlar bakımından gruplar denktir. STEM'in kişisel ve sosyal uygulamaları boyutunda kontrol grubunun ($t_{41}=0,401$ $p>0,05$), fen, mühendislik ve STEM'le ilişkilendirme boyutunda deney grubunun ($t_{41}=0,195$ $p>0,05$), matematiği öğrenme ve STEM'le ilişkilendirme boyutunda deney grubunun ($t_{41}=0,286$ $p>0,05$), teknoloji kullanımı ve öğrenimi boyutunda kontrol grubunun ortalaması yüksek olup ($t_{41}=0,578$ $p>0,05$) gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. STÖ toplam ortalama puanlarına bakıldığında da ($t_{41}=0,149$ $p>0,05$) anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Deneyssel uygulama sonrasında grupların STEM'e yönelik tutum puanlarının toplam ve alt boyutlarda değişimine incelemek için ilişkisiz örneklem t-testi yapılmış sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. STÖ son test puanları karşılaştırılması t-testi sonuçları

Boyutlar	Grup	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
STÖ1	Deney	23	48,30	7,22	41	1,295	0,202
	Kontrol	20	44,55	11,55			
STÖ2	Deney	23	36,78	7,54	41	0,873	0,388
	Kontrol	20	34,40	10,29			
STÖ3	Deney	23	10,83	3,17	41	-1,078	0,287
	Kontrol	20	11,90	3,35			
STÖ4	Deney	23	11,69	2,68	41	0,103	0,919
	Kontrol	20	11,60	3,42			
STÖt	Deney	23	104,61	16,50	41	0,779	0,440
	Kontrol	20	102,45	26,40			

“STÖ1: STEM'in kişisel ve sosyal uygulamaları STÖ2: Fen, mühendislik ve STEM'le ilişkilendirme STÖ3: Matematiği öğrenme ve STEM'le ilişkilendirme STÖ4: Teknolojinin kullanımı ve öğrenimi STÖt: Ölçeğin toplam puanı”

Deney grubu puanları geneli itibariyle kontrol grubu puanlarından fazla olsa da gruplar arasında STÖ son test puanları bakımından anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Uygulama sonrası STEM'in kişisel ve sosyal uygulamaları boyutu ortalaması deney grubunda ($t_{41}=1,295$ $p>0,05$); fen, mühendislik ve STEM'le ilişkilendirme boyutu ortalaması deney grubunda ($t_{41}=0,873$ $p>0,05$); matematiği öğrenme ve STEM'le ilişkilendirme boyutu ortalaması kontrol grubunda ($t_{41}=1,078$ $p>0,05$); teknoloji kullanımı ve öğrenimi boyutunda deney grubunun ortalaması daha yüksek olup ($t_{41}=0,779$ $p>0,05$) gruplar arasında farklılık anlamlı bulunmamıştır. STÖ toplam son test ortalama puanlarında da ($t_{41}=0,779$ $p>0,05$) anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Deney grubu STÖ ön test- son test puanlarının karşılaştırması için ilişkili örneklem t-testi uygulanmış sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Deney grubu STÖ puanları karşılaştırılması t-testi sonuçları

Ö.Boyut	Test	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
STÖ1	Ön test	23	43,73	12,09	22	-1,751	0,094
	Son test	23	48,30	7,22			
STÖ2	Ön test	23	34,30	9,36	22	-1,314	0,202
	Son test	23	36,78	7,54			
STÖ3	Ön test	23	10,95	3,69	22	0,344	0,734
	Son test	23	10,82	3,17			
STÖ4	Ön test	23	11,00	2,46	22	-0,934	0,361
	Son test	23	11,69	2,68			
STÖt	Ön test	23	100,00	24,79	22	-1,550	0,135
	Son test	23	107,60	16,49			

“STÖ1: STEM'in kişisel ve sosyal uygulamaları STÖ2: Fen, mühendislik ve STEM'le ilişkilendirme STÖ3: Matematiği öğrenme ve STEM'le ilişkilendirme STÖ4: Teknolojinin kullanımı ve öğrenimi STÖt: Ölçeğin toplam puanı”

Deney grubu öğrencilerinin STÖ son test puanlarının genel olarak arttığı fakat ön testle anlamlı farka yol açmadığı görülmüştür. Ölçeğin birinci, ikinci ve dördüncü alt boyutunda son testler yüksekken ($t_{22}=1,751$ $p>0,05$; $t_{22}=1,314$ $p>0,05$; $t_{22}=0,934$ $p>0,05$) matematiği öğrenme ve STEM’le ilişkilendirme boyutunda ön test ortalaması yüksek ($t_{22}=0,344$ $p>0,05$) ve ön son test ortalamaları arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır. STÖ toplam ön test son test ortalama puanlarına bakıldığında da ($t_{22}=1,550$ $p>0,05$) anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Kontrol grubu STÖ ön test- son test puanlarının karşılaştırması için ilişkili örneklem t-testi uygulanmış sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Kontrol grubu STÖ puanları karşılaştırılması t-testi sonuçları

Ö.Boyut	Test	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
STÖ1	Ön test	20	45,15	10,78	19	0,189	0,852
	Son test	20	44,55	11,55			
STÖ2	Ön test	20	33,75	9,26	19	-0,293	0,773
	Son test	20	34,40	10,29			
STÖ3	Ön test	20	10,65	3,28	19	-2,005	0,059
	Son test	20	11,90	3,35			
STÖ4	Ön test	20	11,55	3,72	19	-0,067	0,947
	Son test	20	11,60	3,42			
STÖt	Ön test	20	101,10	23,48	19	-0,228	0,822
	Son test	20	102,45	26,40			

“STÖ1: STEM’in kişisel ve sosyal uygulamaları STÖ2: Fen, mühendislik ve STEM’le ilişkilendirme STÖ3: Matematiği öğrenme ve STEM’le ilişkilendirme STÖ4: Teknolojinin kullanımı ve öğrenimi STÖt: Ölçeğin toplam puanı”

Kontrol grubu STÖ son test ortalamalarında genel olarak artış olsa da farkın anlamlı olmadığı görülmüştür. STEM’in kişisel ve sosyal uygulamaları boyutunda son test puanı düşmüş ($t_{19}=0,189$ $p>0,05$), diğer boyutların son test puanları artmış olup bu artış anlamlı farka yol açmamıştır ($t_{19}=-0,293$ $p>0,05$; $t_{19}=-2,005$ $p>0,05$; $t_{19}=0,067$ $p>0,05$). STÖ toplam ön test- son test ortalamalarında da anlamlı fark görülmemiştir ($t_{19}=0,228$ $p>0,05$).

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

STEM etkinliklerine dayalı öğretimin yapılan deney grubu ile ders kitabından öğretimin yapıldığı kontrol grubunun “Elektrik Devre Elemanları Ünitesi” başarı testi son test puanlarında anlamlı fark görülmüştür. STEM uygulamaları öğrencilerin elektrik devresi konusunda başarılarını artırmaktadır. Sorular detaylı incelendiğinde devredeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenleri tahminle ilgili soruların deney grubunda kontrol grubundan daha yüksek oranda cevaplandırıldığı belirlenmiştir. Cevapların bilişsel süreç analizinde de

deney grubu öğrencilerinde çözümleme ve değerlendirme becerilerinin geliştiğini göstermiştir. Kontrol grubunda 2018 Fen bilimleri öğretim programının araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre hazırlanan ders kitabı uygulanmıştır. Bu grupta da ön son test karşılaştırmasında öğrenci başarısının anlamlı farklı olması öğretmenin kitabı etkili kullanımından kaynaklı olabilir ayrıca iki grupta da aynı öğretmenin eğitim vermesinin bozucu etkisi olabilir.

Fen eğitimi alan yazında öğrencilerin elektrik konusunun soyut yapısından dolayı her düzeyden öğrencide öğrenme zorlukları yaşandığı; elektrik devresi ve elemanlarına ait kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir (Demirezen & Yağbasan, 2013; Engelhardt & Beichner, 2004; Kaya & Gödek-Altuk, 2010; Küçüközer, 2003; Osborne, 1983; Sencar, Yılmaz & Eryılmaz, 2001). Harman ve Çökelez (2016) 5. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada verilen devre elemanlarıyla çizim yapmaları istendiğinde öğrencilerin zorlandıkları ve kavram yanlışısına sahip oldukları görülmüştür. Bu araştırmadaki başarı testi sonuçlarında son testte kavram yanlışlarının giderildiği gözlenmiştir. Kurtuluş ve Yılmaz'ın (2023), 5. sınıf; Dedetürk, Kırmızıgül ve Kaya'nın (2020) 6. sınıf; Gülseven vd.'nin (2021), 7. sınıf; Laçın Şimşek ve Soysal'ın (2022), 8. sınıf öğrencileriyle fen bilimleri dersinde STEM eğitimi yaptığı çalışmalarda öğrenci başarısının anlamlı düzeyde arttığı ifade edilmiştir. Diğer taraftan STEM etkinliklerinin uygulandığı ancak akademik başarının artmadığı araştırmalar da az sayıda olsa literatürde yer almaktadır. Dumanoglu (2018), STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısı açısından değerlendirildiğinde anlamlı bir farklılık olmadığını tespit etmiştir. Araştırmacı sebep olarak kullanılan araştırma yönteminin, uygulandığı konunun sınıf düzeyinden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Bu sebeple STEM etkinliklerinin araştırma yöntemi, konu seçimi ve sınıf düzeyi bakımından doğru planlanması önemlidir.

Araştırmada deney ve kontrol grubunun uygulamalar öncesinde STEM tutum ön testlerinde anlamlı farklılık olmadığı; uygulamalar sonrasında ise her iki grupta öğrencilerin STÖ ortalama puanlarında artış olduğu fakat grup içi ve gruplar arası anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. İki grupta da STEM tutum düzeylerinin artması sınıftaki uygulamalar dışında kontrol edilemeyen farklı sebeplerle ilişkili olabilir. Son yıllarda düzenlenen Teknofest gibi teknoloji fuarları ve yarışmaların medyadan duyurulması kontrol grubu öğrencilerinin de dikkatini çekmiş STEM farkındalıklarını etkilemiş görünmektedir. Öğrencilerin birbiriyle etkileşimi, deney ve kontrol grubu öğretmeninin aynı olması, deneysel işlemin üç hafta gibi kısa bir zaman alması gibi durumlar STEM tutumları çok az değişiminin nedeni olabilir. Tutumlar değişime dirençlidir (Tavşancıl, 2010). Daha uzun soluklu araştırmalarla STEM tutumunun incelenmesi gerekebilir. Yüzgeç ve Okuşluk (2023), STEM etkinliklerinin STEM tutumlarına olan etkisini araştırdığı çalışmada 7. sınıf öğrencileriyle dört haftalık bir uygulama sonunda STEM tutum puanlarının arttığını fakat istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını belirlemişlerdir. Obillo (2021), ilköğretim öğrencilerine robotik eğitimiyle; Kurtuluş (2019), 6. sınıf; Rehmat (2015), 4. sınıflarla yaptığı araştırmada STEM etkinlikleriyle öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarında anlamlı farka yol açmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Öte yandan Gülhan ve Şahin (2016) 5. sınıf; Şeker (2023) 6. sınıf; Özçelik (2021) ve Şirin (2020) 7. sınıf öğrencileriyle yaptıkları araştırmalarda STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM tutumunu olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir. STEM eğitimi ile öğrencilerin STEM tutumu yanında motivasyon (Chittum vd., 2017; Park & Yoo, 2013), bilimsel yaratıcılık (Lawanto vd. 2013; Uğraş, 2024); eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini (Hacıoğlu, 2017; Resnick, vd. 2003); bilimsel süreç becerilerinin (Gökbayrak & Karışan, 2017); STEM algıları ve STEM alanlarına / mesleklerine ilgileri (Baran,

Canbazoğlu Bilici & Mesutoğlu, 2015; Seong- Hwan, 2013) geliştirmektedir.

Bu araştırma ile STEM eğitiminin ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin elektrik konusunda başarısını artırdığı ve kavramsal gelişimlerini desteklediği bulunmuştur. STEMe yönelik tutumun gelişmesi için daha uzun süreli araştırmalar önerilmektedir. STEM 5E modeli dışındaki diğer modellerle başarının ve tutumun değişimi incelenebilir. Öğrencilerin STEM eğitime yönelik algılarının nitel bir çalışmayla ortaya konulması, başarı ve tutumdaki değişimin kalıcılığının incelenmesi, bu değişkenler dışındaki değişkenlerin de beşinci sınıf düzeyinde çalışılması önerilmektedir. Hızla ilerleyen bilim ve teknolojiyi yakalamak ve ülkenin kalkınmasına katkıda bulunabilmek için STEM eğitime önem verilmesi gerekmektedir. Küçük yaşlarda çocukların fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına ilgilerini ortaya çıkartarak özelleşmiş eğitim programlarının tasarlanması STEM alanlardaki meslek gruplarına yönelimi artırabilir.

NOT: Bu bölüm ikinci yazarın “5. Sınıf fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrenme ürünlerine etkisi” başlıklı yüksek lisans tezinin bulgularından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

Adanur, E. (2023). *6. sınıf öğrencilerinin bağlam temelli STEM etkinliklerine yönelik deneyimlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Akarsu, M., Okur Akçay, N., & Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37(Özel sayı), 155-175

Akgündüz, D. & Ertepinar, H. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: “Günün modası mı? Yoksa gereksinim mi?”.* Scala Basım.

Alinak Bozkurt, H. (2018). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin 7. Sınıf öğrencilerinin fen başarıları, STEM alanlarına yönelik tutumları ve STEM kariyerine yönelik algıları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi.

Aydın, M. (2017). Lego robotik uygulamaları ile STEM eğitimi. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde*. (369-388), Pegem Akademi.

Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). 4-8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM=FETEMM) tutumlarının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2),787-802.

Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.

Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM

in education and partnerships. *School Science And Mathematics*, 112(1), 3-11.

Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Demirel, F., Karadeniz, Ş., & Çakmak, E. K. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996-996.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.

Chittum, J.R., Brett D.J., Sehmuz, A. & Ásta B.S. (2017). The effects of an afterschool STEM program on students' motivation and engagement. *International Journal of STEM Education*, 4(11), 1-16.

Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education & Science/Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.

Çalışıcı, S. (2018). *FeTeMM uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin çevresel tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına, problem çözme becerilerine ve fen başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.

Dedetürk, A., Kırmızıgül, A. S., & Kaya, H. (2020). “Ses” konusunun STEM etkinlikleri ile öğretiminin başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-28.

Demirezen, S., & Yağbasan, R. (2013). 7E modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanılgıları üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28-2), 132-151.

Dumanoglu F. (2018). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarının yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.

Engelhardt, P., & Beichner, R. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72, 98-115.

Ercan, S. & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164.

Erdem, M. (2002). Proje tabanlı öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(22), 172-179.

Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K., & Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55.

George, D. & Mallery, M. (2001). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 10.0 update*. (3. Print). Allyn and Bacon.

Gilliam, M., Jagoda, P., Fabiyi, C., Lyman, P., Wilson, C., Hill, B., & Bouris, A. (2017). Alternate reality games as an informal learning tool for generating STEM engagement among underrepresented youth: A qualitative evaluation of the source. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 295-308

Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.

Grant, C. A., MacFadden, B. J., Antonenko, P., & Perez, V. J. (2016). 3-D fossils for k-12 education: a case example using the giant extinct shark *Carcharocles Megalodon*. *The Paleontological Society Papers*, 22, 197-209.

Guzey, S. S., Harwell, M. & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279. <https://doi.org/10.1111/ssm.12077>

Gülhan, F. & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 602- 620. <https://doi.org/10.14687/ijhs.v13i1.3447>

Gülseven, E., Tüysüz, M. & Tozlu İ. (2021). Argümantasyon temelli fetemm eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi. *Başkent University Journal of Education*, 8(2), 315-333.

Güven, Ç. & Selvi, M. (2021). Beşinci sınıf "elektrik devre elemanları" ünitesine yönelik başarı testi geliştirme. *Uluslararası Dil, Eğitim ve Sosyal Bilimlerde Güncel Yaklaşımlar Dergisi (CALESS)*, 3 (1), 133-156

Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi.

Harman, G., & Çökelez, A. (2016). 5. sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili zihinsel modelleri. *Electronic Turkish Studies*, 11(3),1249-1277.

Hawkins, I., Ratan, R., Blair, D., & Fordham, J. (2019). The effects of gender role stereotypes in digital learning games on

Küçüközer, H. (2003). Lise 1 öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuyla ilgili kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(25),142-148.

Laçın Şimşek, C., & Soysal, M. T. (2022). Deprem temalı mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin akademik başarı, motivasyon, STEM'e yönelik tutum ve 21. yüzyıl becerilerine etkisi. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 6(4), 133-157.

Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B. & Dom, M. (2011). STEM: Good jobs now and for the future. *U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration*, 3(11), 2.

Lawanto, O. , Butler, D., Cartier, S.C., Santoso, H.B., Goodridge, W., Lawanto, K.N. & Clark, D. (2013). Pattern of task interpretation and self-regulated learning strategies of high school students and college freshmen during an engineering design project. *Journal of Stem Education*, 14 (4), 15-27.

Marulcu, İ. & Höbek, K.M. (2014). 8. sınıflara alternatif enerji kaynaklarının mühendislik dizayn metodu ile öğretimi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 9, 41-58.

Marulcu, I. & Barnett, M. (2016). Impact of an engineering design-based curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines. *Research in Science & Technological Education*, 34(1), 85- 104

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018). *Fen bilimleri dersi (4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. MEB Yayınları.

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Stohlmann, M. S., Ntow, F. D. & Smith, K. A. (2013). A framework for implementing quality K-12 engineering education. In *2013 ASEE Annual Conference & Exposition*, 23-46.

Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W., & Roehrig, G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (pp. 35–60). Purdue Press.

Moore, T. J., Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Guzey, S. S. (2016). The need for a STEM road map. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM Road Map: A framework for integrated STEM education*. Routledge.

National Research Council [NRC] (2011). *Successful K-12 STEM education. Identify effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. National Academies Press

Obillo, K. (2021). *Improving student attitudes towards stem education by building self-efficacy through robotics education*. Doctoral Dissertation, Pepperdine University.

Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eight grade students in a south texas middle school*. Doctoral Dissertation, Texas A&M University.

Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technological Education*. 1(1), 73-82.

Özçelik, C. (2021). *Probleme dayalı STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e ilişkin tutumlarına, öz düzenleme becerilerine ve biliş üstü yetilerine etkisi*. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi.

Pallant, J. (2016). *A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. McGraw Hill Education.

Park, S.J. & Yoo, P.K. (2013). The effects of the learning motive, interest and science process skills using the “Light” unit in

science-based STEAM. *Elementary Science Education*, 32(3), 225-238.

Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem based learning approach for STEM integration*. UNLV Theses/ Dissertations/ Professional Papers/ Capstones. Paper 2497. <http://digitalscholarship.unlv.edu/thesesdissertations>

Resnick, M., Kafai, Y., Maloney, J., Rusk, N., Burd, L. & Silverman, B. (2003). *A networked, media-rich programming environment to enhance technological fluency at after-school centers in economically-disadvantaged communities*. Proposal to National Science Foundation.

Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112, 31-44.

Rogers, C. & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.

Sanders, M.E. & Wells, J.G. (2010). *Virginia tech, integrative stem education graduate program*. [Available online at: <http://web.archive.org/web/20100924150636/http://www.soe.vt.edu/istemed>].

Selvi, M. & Yıldırım, B. (2017). STEM öğrenme- öğretme modelleri: 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme ve STEM SOS modeli. (203-238). Çepni, S. (Ed.). *Kuramdan uygulamaya STEM+A+E eğitimi*. (3. Baskı), Pegem Yayıncılık.

Sencar, S., Yılmaz E.E. & Eryılmaz A. (2001). High school students' misconceptions about simple electric circuits. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 113-120.

Seong-Hwan, C., (2013). The effect of robots in education based on STEAM. *Journal of Korea Robotics Society*, 8(1), 58-65.

Smith, J. & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers*. Retrieved from ERIC database. (ED443172).

Şirin, E. (2020). *Girişimcilik odaklı STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin girişimcilik becerilerine ve STEM tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Uğraş, M. (2024). The effects of STEM activities on STEM attitudes, scientific creativity and motivation beliefs of the students and their views on STEM education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5), 165-182.

Wendell, K. B. & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.

Yıldırım, B. (2018a). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi*. Nobel Bilimsel Eserler.

Yıldırım, B. (2018b). Bağlam temelli öğrenmeye uygun olarak hazırlanmış STEM uygulamalarının etkilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (36), 1-20.

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). STEM uygulamalarının kız öğrencilerin STEM tutum ve mühendislik algılarına etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 842-884.

Yüzgeç, S. & Okuşluk, F., (2023). The impact of STEM-based astronomy activities on secondary school students' attitudes

towards STEM and astronomy, *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 9 (1), 1-13.

Ek: Ders Planı

Alanlar	Sınıf	5
Fen Bilimleri	Alan Adı	Fiziksel Olaylar
	Konu / Kavramlar	Devre elemanlarının sembolleri, devre şemaları, pil sayısı, lamba sayısı
	Ünite Adı	Elektrik Devre Elemanları
	Kazandırılan Beceriler	Gözlem yapma, ölçme, hipotez kurma, deney yapma, değişkenleri ve kontrol etme
	Tavsiye Edilen Süre	4 ders saati
	Kazanımlar	Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.
	Kullanılan Araç- Gereçler	Pil, led, alüminyum folyo, karton renkli kalemler
Matematik	Öğrenme Alanı	Alan Ölçme
	Terimler ve Kavramlar	Santimetrekaire, metrekaire
	Kazanımlar	Dikdörtgenin alanını hesaplar santimetre ve metrekaire kullanır.
Mühendislik	Öğrenme Alanı	Tasarım süreci ve tanıtım
	Ünite Adı	Tasarım odaklı süreç
	Kazanımlar	- Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu söyler. - Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini tasarım problemi şeklinde ifade eder. - Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır.
Bilişim Teknolojileri	Ünite Adı	İletişim, araştırma ve işbirliği
	Konu Adı	BT.5.3.2. Araştırma
	Kazanımlar	- Arama motorlarını kullanarak basit düzeyde araştırma yapar. - Ulaştığı bilgiyi kaynak göstererek düzenler. - Günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm önerileri getirir. - Verilen bir problemi uygun adımları kullanarak çözer. - Problemi çözmek için gerekli değişken, sabit ve işlemleri açıklar.
21. yy becerileri		Yaratıcılık, İşbirliği, İletişim, Yenilikçi düşünme, Karar verme

*Engage – Giriş (1 ders saati):*Öğretmen derse girerken elinde elektrik devre elemanları olur ve dikkat çeker. Bir önceki derse yönelik ön bilgi yoklayıcı sorularla giriş yapar. Devre elemanları neden sembollerle gösterilir?

Sembolleri olmayan devre elemanları nelerdir? Ampul, iletken tel, pilin sembolleri nelerdir? (Öğretmen tahtaya çizdirir).

Explore – Keşfetme (1 ders saati): -Aşağıda istenen devrelerin hangilerinde ampul ışık verir? Tahminlerinizi ve sebeplerini yazınız.

2 pil 2 ampul ve bir açık anahtar.....

1 pil 3 ampul bir kapalı anahtar.....

3 pil 2 ampul bir açık anahtar.....

-Yukarıda verilen devreleri grup arkadaşlarınızla kurup ampullerin ışık verme durumlarını gözlemleyip gözlemlerinizi not ediniz.

-Yukarıda verilen devrelerin devre şemasını grupça çiziniz.

Explain Açıklama (4 ders saati): Fen Bilimleri dersinde 5.sınıf elektrik konusu kazanımlarına uygun olarak ders işlenecektir. Öğrencilere Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar konusu teorik olarak anlatılır. Bu sırada devre kurarken Phet Colorado simülatöründen de yararlanılacaktır.
https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_tr.html

Aşağıda istenen devreleri grup arkadaşlarınızla çiziniz. Ardından bu 3 devreyi kurunuz. Kurduğunuz üç devrenin her biri için devre elemanları ve ampul parlaklığı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

1 pil 1 ampul 1 kapalı anahtar

1 pil 2 ampul 1 kapalı anahtar

1 pil 3 ampul 1 kapalı anahtar

-Çizdiğiniz 3 devre için ampul sayısı- ampul parlaklığı arasındaki ilişkiyi gösteren sütun grafikleri çiziniz.

-Çizdiğiniz 3 devre için ampul sayısı-pil sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren sütun grafiklerinizi çiziniz.

Elaborate – Derinleştirme (3 + 3 ders saati):

Problem durumu:

Sınıf öğrenci Buğra’nın kardeşinin doğum günü yaklaşmaktadır. Buğra kardeşine ışıklı bir kart hazırlamaya karar verir. Siz olsaydınız nasıl bir ışıklı doğum günü kartı hazırlardınız?

Öğrencilere 10,5x24 cm lik zarfa sığabilecek bir karton kesmeleri istenir. Problem durumuna uygun olarak öğrencilerden resim çizmeleri istenir. Işıklı bir kart olacağı için öğrencilerden ledi yapacakları resmin hangi kısmına koyacaklarını planlamaları beklenir. Anahtar olarak kartın uç kısmı kıvrılacak ve üst kısmına basıldığında iletken alüminyum pille temas edeceği için led ışığın yanacağı söylenir.

https://www.youtube.com/watch?v=7hb9eUpfbQ&t=136s&ab_channel=STEMdolaSTEMtupski adresinde video izletilir ve öğrencilerin ışıklı kartı grup şeklinde tamamlaması beklenir.

Oluşturulan semboller sırayla diğeri gruplara sorulur.

Tasarımlar bitince grupların tasarımları grupça sunulur.

Evaluate – Değerlendirme: Değerlendirmede ürün değerlendirme rubriğı ve açık uçlu soru öğrencilere çıktısı alınıp verilecektir. Ayrıca wordwall ödev olarak verilir.

<https://wordwall.net/tr/resource/16903647/e%C5%9Fle%C5%9Firme-elektrik-devre-elemanlar%C4%B1> ödev olarak verilir. Bir sonraki derse gelmeden öğretmen tarafından sınıfın sonuçlarına bakılır ve eksik olan kısımlar üzerinde bir sonraki dersin girişinde durulur.

Soru: Aşağıda verilen devre elemanlarının sembollerini kullanarak devrelerin şemasını çiziniz.

*1 açık anahtar, 2 ampul, 2 pil

*1 kapalı anahtar, 1 ampul, 3 pil

Ürün Değerlendirme Rubriği*Tasarım sürecinin derecelendirme ölçeği*

Kategori	3	2	1	Puan
Plan	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılar açık anlaşılır.	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılarda net olmayan bölümler bölüm var.	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılar hiç anlaşılır değil.	
Değiştirme/ test etme	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtları verilere ve bilimsel prensiplere dayandırılmıştır.	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtlar bulunmaktadır. Bilimsel değil.	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtları bulunmamaktadır.	

Son ürünün işlevselliği derecelendirme ölçeği

Kategori	3	2	1	Puan
Ürün işlevselliği	Ürün tam olarak çalışmaktadır.	Ürün %50 düzeyde çalışmaktadır.	Ürün %25 düzeyde çalışmaktadır.	
Zamanlama	Planlanan zamana tamamen uyuldu. Ürün çalışıyor.	Planlanan zamana kısmen uyuldu. Ürün kısmen çalışıyor.	Planlanan zamana tamamen uyulmadı. Ürün çalışmıyor.	
Özgünlük (orijinallik)	Diğerlerinden farklı orijinal, yeni, sınıfta sadece 1 tane var.	Aynı ürün tasarımından 2 tane var.	Aynı ürün tasarımından 2 den fazla var.	

Son ürün derecelendirme ölçeği

Kategori	3	2	1	Puan
Tasarıma benzerliği	%75-%100 oranında ürün plana uyarak yapıldı.	%50-%75 oranında ürün plana uyarak yapıldı.	%50 ve daha az oranında ürün plana uyarak yapıldı.	
Malzemeler	Tüm proje için uygun malzemeler seçildi.	Projenin yarısı için uygun malzemeler seçildi.	Projenin çoğu için uygun malzemeler seçilmedi.	
Yapı inşasına özen gösterme	Projenin yapım aşamasına özen gösterildi ve ürün plan takip edilerek yapıldığı için sağlam ve güvenilir.	Ürün plana tamamen uygun ancak yarısına yakın kısmı gözden geçirilip düzeltilmeye ihtiyacı var.	Ürün dikkatsizce yapılmış ve çoğu bölümü yeniden yapılmalı.	
Ölçümlerin doğruluğu	Planda hesaplanan malzemeler aynı ölçüde kullanıldı.	Plandaki ölçümlere %75-%50 oranında uyularak ürün yapıldı.	Plandaki ölçümlere % 50'den daha az oranda uyularak ürün yapıldı.	

FEN EĞİTİMİNDE OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARI: TERCİH EDİLEN ORTAMLAR, ÖNCELİKLERİ ve GEREKÇELERİ

HARUN BERTİZ¹

Giriş

İçinde yaşadığımız yüzyıl, okul dışı öğrenme ortamlarının eğitim ve öğrenme sürecinin çok değerli bir parçası olması anlamında önemli özler içermektedir. Öyle ki, bilim ve teknolojinin hızlı ve akıl almaz boyutlardaki ilerleyişi, zamanı değiştiren ve dönüştüren yapısı, sınıf ortamında ve dört duvar arasındaki mevcut eğitim reflekslerini, yapılan etkinlikleri, öğrenme anlayış ve süreçlerini de sorgulanır hale getirmiştir. Tüm bu değişimlere paralel olarak bireyin beş duyuyu kullanarak, kalıcı, yaparak-yaşayarak, zaman ve mekândan bağımsız öğrenme ihtiyacı, öğrenme ortamlarının da temel yapısını değiştirmiştir. Bu değişim öğrenme ortamlarını çoğu zaman, sıkıcı ve monoton olarak algılanan dört duvar arasından çıkararak bireyin merak, ilgi, ihtiyaç ve gereksinimlerinden yola çıkarak, öğretim programı ve kazanımları çerçevesinde farklı ortamlarda, nitelikli etkinliklerle gelişimlerini

¹ Doç. Dr., BAİBÜ Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Orcid: 0000-0003-3050-1992

sağlayarak, eşsiz bir öğrenme yaşantısı edinmelerini içermektedir. Alan yazında, günlük yaşam içerisinde bireyin çok yönlü gelişimini karşılayan, kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi de sağlayabilecek genel anlamda pek çok okul dışı öğrenme ortamından bahsedilmektedir. Müzeler, Hayvanat Bahçeleri, Botanik Bahçeler, Milli Parklar, Akvaryumlar, Sanayi Kuruluşları, Planetaryumlar, Doğa Eğitim Alanları, Bilim ve Teknoloji Merkezleri vb. gibi ortamlar bunlardan bazılarıdır (Bozdoğan, 2008; Kubat, 2018; Laçın Şimşek, 2011; Martin, 2004; Şen, 2019).

Okul dışı öğrenme ortamları pek çok alan açısından değerli görülebileceği gibi fen eğitimi açısından da oldukça önemli fırsatlar sunar. Zira fen eğitiminin temel yapısı ve fen konularının içeriği düşünüldüğünde, okul dışı öğrenme ortamlarının doğası ile temelden örtüştüğü görülür. Çünkü fen, okul dışı öğrenme ortamları olarak görülen alanlardaki ve aynı zamanda günlük yaşamın içerisindeki tüm olaylar, olgular ve bunlar arasındaki neden-sonuç ilişkilerini ve temel prensipleri içermektedir. Bir başka deyişle, doğal ortamda var olan ve incelenesi her olay, olgu ve durum aslında bir fen konusudur. Bu anlamda, okul dışı öğrenme ortamlarında yer alan her unsur, nesne, olay, olgu ya da durum, bir ya da birden çok fen konusu ve kazanımı ile ilişkilendirilebilir.

Alan yazında, fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamlarının etkisini ve bağını anlatan pek çok çalışma bulunmaktadır. Öyle ki bu tür ortamlar, tutum, akademik ve ders başarılarına katkı sunmada (Bolat, Karamustafaoğlu & Karamustafaoğlu, 2020; Bozdoğan & Yalçın, 2006; Kılıç & Bilgin, 2023; Küçük & Yıldırım, 2021; Tayşi-Tafracı & Aydın, 2024), bilimin doğasını anlamada (Efe, 2019; Erenoğlu, 2010), anlamlı öğrenmeyi sağlama, merak uyandırma, ilgi çekme ve motivasyonları arttırmada (Bakioğlu & Karamustafaoğlu, 2020; Bozdoğan & Yalçın, 2006; Demir & Öner-Armağan, 2018; Kelly, 2000; Ramey-Gassert, 1997; Tungaç & Coral, 2017) bilgilerin kalıcılığı, etkili ve eğlenceli bir ortam sunmada (Balkan Kıyıcı &

Atabek Yiğit, 2010; Bostan Sarıoğlu & Küçüközer, 2017; Bozdoğan, Okur & Kasap, 2015; Bozdoğan, 2008; Demir & Öner-Armağan, 2018; Dönel Akgül & Arabacı, 2020; Efe, 2019; Mertoğlu, 2019; Sontay, Tutar & Karamustafaoğlu, 2016) oldukça etkili görünmektedir. Bununla birlikte, okul dışında yapılan fen derslerinde öğrencilerin derslerin bu tür ortamlarda yapılmasına ilişkin olumlu görüş ve yaklaşımları bulunmaktadır (Karamustafaoğlu & Ermiş, 2020; Tayşi-Tafracı & Aydın 2023; Türkmen, 2018). Aynı zamanda bu tür ortamların fen derslerinin sıkıcı ve monotonluğunu azaltıcı bir etki bırakabileceği de söylenebilir. Çünkü okul dışı öğrenme ortamları etkileşimli ve işbirliğine dayalı sosyal ortamlar sunabilmektedir. Sosyal etkileşim ve bilgi paylaşımlarının yoğun bir biçimde yaşandığı etkinlik ve deneyim temelli bu tür ortamlarda ise fen konu ve kavramlarının nitelikli bir biçimde ele alınması kaçınılmazdır. Bu ise sıkıcı olmayan, dinamik ve eğlenceli bir süreç işaret eder. Örneğin, Tayşi-Tafracı ve Aydın'a (2023) göre, bu tür ortamlarda öğrenciler birçok konuyu öğrendiklerini ve dersi daha eğlenceli bulduklarını ifade etmektedirler. Aynı zamanda kavramları öğrenirken zorlanmamakta ve okul dışı öğrenme ortamlarında bulunmaktan mutlu olduklarını belirtmektedirler.

Fen derslerini nitelikli bir biçimde işleme amacı güden öğretmen ya da öğretmen adaylarının, mesleki yaşamlarında okul dışı öğrenme ortamlarına yer verme istek ve bu yöndeki eğilimleri bu tür ortamların kullanımının yaygınlaşması adına oldukça önemlidir. Bu anlamda, okul dışı öğrenme ortamlarından ne algıladıkları, bu tür ortamlardan hangilerini tercih ettikleri ve bu tercihlerinin gerekçelerinin ne olduğu ileriye dönük fen uygulamalarındaki süreçleri de aydınlatıcı bir rol üstlenebilir. Öyle ki, günümüz eğitim sistemi ile özdeşleşen, eğitimde güncel eğilim, uygulama ve bakış açılarını yakalayan ortamların yaygınlaşması topyekûn bir gelişim için de değerli görülmelidir. Bu anlamda

bireysel ve toplumsal gelişimi de içine alabilecek bu bütüncül süreç, eğitimcilerin öğrenme yaşantılarında neyi hangi gerekçeyle tercih ettiklerinden de etkilenebilir. Bu bağlamda bu araştırmada, fen sınıfları açısından öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamlarından ne anladıkları, nereleri bu tür ortamlar olarak gördükleri ve bu kapsamda değerlendirdikleri, etkili bir fen dersi için okul dışı öğrenme ortamı olarak ilk tercihlerinin ne olduğu ve bu tercihlerinin gerekçesinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda alt araştırma soruları şunlardır;

1. Fen bilimleri öğretmen adayları okul dışı öğrenme ortamları olarak neleri bilmektedir ve nereleri bu kapsam içerisinde görmektedirler?
2. Fen bilimleri öğretmen adayları fen dersleri ve alan açısından okul dışı öğrenme ortamlarından hangilerinin uygun ve kullanılabilir olduğunu düşünmektedirler ve bunun gerekçesi olarak neleri göstermektedirler?
3. Fen bilimleri öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamı olarak mesleki yaşamlarında mutlaka kullanmak istedikleri ilk üç tercihleri ve önem sırası nedir ve bu tercihlerinin gerekçesi olarak neleri göstermektedirler?

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu araştırma, nitel bir araştırma olarak planlanmıştır. Nitel araştırma desenlerinden olgu bilim (fenomenoloji) deseni kullanılmıştır (Johnson & Christensen, 2014; Yıldırım & Şimşek, 2013). Buna göre, öğretmen adaylarının görüşleri, duygu ve düşünceleri derinlemesine yapılan içerik analizleri ile birlikte olduğu gibi betimlenerek, olgu bilim bağlamında açıklanmaya çalışılmaktadır.

Çalışma Grubu

Bu araştırmaya, 2024-2025 eğitim öğretim yılı, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi eğitimi anabilim dalı, 3.sınıf ve 4. sınıfta okumakta olan toplam 19 öğretmen adayı (n=19) katılmıştır. Çalışma grubu, kolay ulaşılabilir durum örnekleme temel alınarak oluşturulmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2013). Öğretmen adaylarının yaşları 20 ve 25 yaş aralığında değişmektedir. Çalışma grubu ve özelliklerine Tablo 1 de yer verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma grubu ve demografik özellikleri

Değişken	Kategori	N	Yüzde %	Yazılı Görüşme Öğrenci Kodu*
Cinsiyet	Kız	14	74	Ö1K1, Ö2E1, Ö3K2, Ö4K3, Ö5E2, Ö6K4, Ö7K5, Ö8E3, Ö9K6, Ö10E4, Ö11K7, Ö12K8, Ö13K9, Ö14K10, Ö15K11, Ö16K12, Ö17E5, Ö18K13, Ö19K14
	Erkek	5	26	
Sınıf	3. Sınıf	4	21	
	4. Sınıf	15	79	
	Toplam	19	100	

**Not: Ö1K1: Öğrenci 1, Kız Öğrenci 1; Ö2E1: Öğrenci 2, Erkek Öğrenci 1*

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak, öğretmen adaylarının görüşlerini almak üzere açık uçlu 3 (üç) sorudan oluşan bir görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme soruları belirli bir sıralama içermektedir. Öyle ki, öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamları olarak neyi bildikleri ve nereleri bu kapsamda gördükleri bağlamında genel bir soru ile başlanıp, fen sınıfları açısından bu ortamların hangilerinin ve ne tür gerekçelerle etkili olabileceğine yönelik sorular ile devam etmektedir. Açık uçlu bu sorular için öğretmen adaylarına formda yeterli sayfa alanı ve zaman verilmiştir. Formdaki sorular için 2 (iki) uzmanın görüşleri alınarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde betimsel içerik analizinden yararlanılmıştır. Buna göre, öğretmen adaylarının forma yazdıkları görüş ve düşünceler içerik analizi ile analiz edilerek ön plana çıkan ifadelerle ilişkin tema ve kodlar frekansları ile birlikte tablolaştırılmıştır. Sonrasında ise öğretmen adaylarının ilgili soru kapsamındaki çarpıcı ifadelerine tabloların altında olduğu gibi yer verilmiştir. Veri analizi güvenilirliği için, öğretmen adaylarının görüşlerine ilişkin oluşturulan kodlarda iki uzmanın görüşlerindeki örtüşme yüzdesine bakılmıştır. Bunun için hesaplamada, *Görüş Birliği/ (Görüş Birliği+Görüş Ayrılığı) X 100* formülü kullanılmıştır (Miles & Huberman, 1994). Buna göre, veri analizi güvenilirliği için elde edilen ve hesaplanan örtüşme yüzdesi 0.89'dur.

Bulgular

Bu bölümde, araştırmanın alt soruları çerçevesinde oluşturulan tablolara yer verilmektedir. Betimlenen tablolarda, bu sorular paralelinde öğretmen adaylarına yöneltilen sorular tema olarak belirlenmiş ve bu temalar altında, alt tema ve kodlara yer verilmiştir. Buna göre Tablo 2, birinci alt araştırma sorusuna yönelik ifadelerle ilişkin tema, kod, yüzde ve frekanslarını göstermektedir.

Tablo 2'ye göre fen bilimleri öğretmen adayları, okul dışı öğrenme ortamları olarak en yüksek frekansla sırasıyla, müzeler ($f=18$), hayvanat bahçeleri ($f=14$) ve bilim merkezlerini ($f=8$) görmektedirler. Bu ortamları yine yüksek frekansla, milli ve tabiat parkları ($f=7$), planetaryumlar ($f=7$), ormanlık alanlar ($f=7$), göl/göletler ($f=7$) ve akvaryumlar ($f=7$) takip etmektedir. Bunların dışında, doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları ($f=5$), tarihi ve kültürel mekânlar ($f=5$), okul bahçesi ($f=4$), park ve bahçeler ($f=4$),

botanik bahçeler ($f=3$) ve gözlem evi/rasathaneler ($f=3$) yüksek sayılabilecek frekansa sahip diğer okul dışı ortamlarıdır.

Tablo 2. Okul dışı öğrenme ortamları ve bu kapsam içinde değerlendirilen alan/ortamlara ilişkin kod, yüzde ve frekansları

Tema	Kod	Yüzde (%)	Frekans (f)
Okul dışı öğrenme ortamları ve bu kapsamı içinde değerlendirilen alan/ortamlar	Müzeler	94,73	18
	Hayvanat Bahçeleri	73,68	14
	Bilim Merkezleri	42,10	8
	Milli ve Tabiat Parkları	36,84	7
	Planetaryumlar	36,84	7
	Ormanlık Alanlar	36,84	7
	Göl/Göletler	36,84	7
	Akvaryumlar	36,84	7
	Doğa Eğitimi, Gezileri, Aktivite ve Ortamları	26,31	5
	Tarihi ve Kültürel Mekânlar	21,05	4
	Okul Bahçesi	21,05	4
	Park ve Bahçeler	21,05	4
	Botanik Bahçeler	15,78	3
	Gözlem Evi/Rasathaneler	15,78	3
	Kütüphaneler	10,52	2
	Bilim, Resim ve Sanat Galerileri	10,52	2
	Ev	10,52	2
	Sinema/Tiyatro İzleme Alanları	5,26	1
	Laboratuvarlar	5,26	1
	Kumsal/Sahil/Deniz Kenarı	5,26	1
	Denizler	5,26	1
	Sanayi Kuruluşları/Fabrikalar	5,26	1

	Sanal Laboratuvarlar	5,26	1
	Sanal Müzeler	5,26	1
	Nehirler/Akarsular	5,26	1
	Antik Tiyatro Alanı	5,26	1
	Hastaneler	5,26	1
	Eğitim Merkezleri	5,26	1
	Sivil Toplum Kuruluşları	5,26	1
	Teknokentler	5,26	1

Tablo 3, ikinci alt araştırma sorusuna yönelik olarak öğretmen adayları tarafından, fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak kullanılabilir olarak görülen alanlar/ortamlara ilişkin kod, yüzde ve frekansları göstermektedir.

Tablo 3. Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak kullanılabilir alanlar/ortamlara ilişkin bulgular

Tema	Kod	Yüzde (%)	Frekans (f)
Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak	Müzeler/Bilim Müzeleri	78,94	15
	Bilim Merkezleri	47,36	9
	Hayvanat Bahçeleri	47,36	9
	Milli ve Tabiat Parkları	31,57	6
	Planetaryumlar	26,31	5
	Ormanlık Alanlar	26,31	5
	Akvaryumlar	26,31	5
	Doğa Eğitimi, Gezileri, Aktivite ve Ortamları	26,31	5
	Okul Bahçesi	26,31	5
	Göl/Göletler	26,31	5
	Park ve Bahçeler	21,05	4

kullanılabilir alanlar/ortamlar	Botanik Bahçeler	15,78	3
	Gözlem Evi/Rasathaneler	15,78	3
	Kumsal/Sahil/Deniz Kenarı	5,26	1
	Kütüphaneler	5,26	1
	Sanayi Kuruluşları/Fabrikalar	5,26	1
	Laboratuvarlar	5,26	1
	Sivil Toplum Kuruluşları	5,26	1
	Teknokentler	5,26	1

Tablo 3 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adayları fen eğitimi için okul dışı öğrenme ortamları olarak ilkin müzeleri ($f=15$), sonrasında ise bilim merkezlerini ($f=9$) ve hayvanat bahçelerini ($f=9$) en fazla kullanılabilir alan ya da ortamlar olarak görmektedirler. Bu ortamları yine yüksek frekanslı sayılabilecek, milli ve tabiat parkları ($f=6$), planetaryumlar ($f=5$), ormanlık alanlar ($f=5$), akvaryumlar ($f=5$), doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları ($f=5$), okul bahçesi ($f=5$) ve göl/göletler ($f=5$) izlemektedir. Bunların dışında, yine bazı öğretmen adaylarının fen eğitimi açısından düşük frekanslı da olsa, park ve bahçeleri ($f=4$), botanik bahçeleri ($f=3$) ve gözlem evi/rasathaneleri de ($f=3$) önemsedikleri görülmektedir. Tablo 4 ise yine ikinci alt araştırma sorusuna yönelik olarak, fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları anlamında öğretmen adayları tarafından kullanılabilir olarak görülen alanlar/ortamların neden kullanılabilir olduklarına yönelik ifadelerle ilişkin tema, kod, yüzde ve frekanslarını göstermektedir.

Tablo 4. Okul dışı öğrenme ortamlarının kullanım nedenlerine ilişkin bulgular

Tema	Alt Tema	Kod	Yüzde (%)	Frekans (f)
	Bireysel Katkı/Etki	Bireysel gözlem/keşif/deneyimlere fırsat sunma	47,36	9

Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak kullanılabilir görülen alanlar/ ortamların kullanılabilir olma nedenleri		Doğal ortamdaki unsur ve davranışları tanıma	42,10	8
		Merak duygusunu geliştirme	21,05	4
		Günlük hayatla bilimsel bağlantılar kurma	10,52	2
		Aktif rol alma/üstlenmeyi sağlama	10,52	2
		Motivasyonları artırma	10,52	2
		Anlamlı ilişkiler kurabilme	10,52	2
		Öğrenmeye yönelik tutumlar/Olumlu tutumları geliştirme	10,52	2
		Öğrenme isteğini/istekliliğini artırma	5,26	1
		Fen okuryazarı olmaya katkı	5,26	1
		Bireysel farkındalıklar oluşturma	5,26	1
		Yaratıcı düşünmeyi sağlama	5,26	1
		Sosyalleşme ve sosyal deneyim sağlama	5,26	1
		Teknoloji farkındalığı oluşturma	5,26	1
	Öğrenme Ortamına Katkı/Etki	Bilgi/deneyimlerde ve öğrenmede kalıcılığı sağlama	36,84	7
		Bilgi edinmeyi sağlama	36,84	7
		İlgileri artırma ve ilgi çekici ortam sağlama	31,57	6
		Doğal ortamda yakından/gerekli gözlem ortamı sunma	26,31	5
		Yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlama	15,78	3
		Etkili öğrenme ortamı sağlama	15,78	3

	Eğlenceli bir öğrenme ortamı sağlama	15,78	3
	Soyut konu/kavramları somutlaştırma	15,78	3
	Farklı bir ortam incelemesi/öğrenme ortamı sağlama	15,78	3
	Teorik bilginin pratiğe dönüşmesi	15,78	3
	Aktif öğrenmeyi destekleme	10,52	2
	Fenni zenginleştirme/Zengin bir öğrenme-öğretme ortamı sağlama	10,52	2
	Bilgi kaynağı sıkıntısı olmayan ortam olma	10,52	2
	Ulaşılabilir alanlar olma	10,52	2
	Sorunları fark etme ve bunlar için yeni yöntemler bulmaya katkı	10,52	2
	Araştırma-sorgulamayı destekleyen ortam olma	10,52	2
	Disiplinler arası etkileşim sağlama	10,52	2
	Genel anlamda öğrenme ortamı sağlama	10,52	2
	Düşünmeye teşvik etme	10,52	2
	Grup tartışması ve etkileşimi oluşturma	5,26	1
	Monotonluğu azaltan ortam olma	5,26	1
	Teknolojik yenilikleri öğrenme	5,26	1
	İşbirlikçi öğrenme ortamı sağlama	5,26	1

	Bilimsel Süreçlere Katkı/Etki	Bilimsel ilerleyişi/gelişmeleri gösterme	21,05	4
		Deneyler yapabilme	21,05	4
		Bilimsel süreçleri deneyimleme	15,78	3
		Bilim insanlarını ve bilim ürünü araçları tanıma/tanıtma	10,52	2
		Sınıflama yapabilmeyi sağlama	10,52	2
		Veri toplamayı sağlama	10,52	2
		Beş duyuyu kullanarak gözlem yapma	10,52	2
		Bilimsel süreç becerilerini geliştirme	5,26	1
		Bilimin dinamik yapısını anlatma	5,26	1
		Neden-sonuç ilişkileri kurdurma	5,26	1
		Gözlemler ile bilimsel çıkarım yapabilmeyi sağlama	5,26	1
	Toplumsal	Her yaştan insan için bilimsel ortam sunma	5,26	1
		Topluma bilimi anlatma, tanıtmaya açıklama fırsatı sunma	5,26	1
	Çevresel	Çevreye yönelik farkındalık oluşturma	10,52	2
		Çevreye yönelik bilgi geliştirme	5,26	1
		Çevreye yönelik tutum geliştirme	5,26	1

Fen bilimleri öğretmen adaylarının fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları olarak belirledikleri alan/ortamların kullanılabilir olma nedenlerine ilişkin bireysel katkı/etki teması bağlamında, bireysel gözlem/keşif/deneyimlere fırsat sunma ($f=9$), doğal

ortamdaki unsur ve davranışları tanıma ($f=8$) ve merak duygusunu geliştirme ($f=4$) ön plana çıkan yüksek frekanslı görüşler olmuştur. Öğrenme ortamına katkı/etki teması bağlamında, bilgi/deneyimlerde ve öğrenmede kalıcılığı sağlama ($f=7$), bilgi edinmeyi sağlama ($f=7$), ilgileri arttırma ve ilgi çekici ortam sağlama ($f=6$) ve doğal ortamda yakından/gerekli gözlem ortamı sunma ($f=5$) yüksek frekanslı görüşlerdir. Bilimsel süreçlere katkı/etki teması bağlamında, bilimsel ilerleyişi/gelişmeleri gösterme ($f=4$), deneyler yapabilme ($f=4$) ve bilimsel süreçleri deneyimleme ($f=3$) yüksek frekansla ön plana çıkmaktadır. Toplumsal katkı/etki teması altında, her yaştan insan için bilimsel ortam sunma ($f=1$), topluma bilimi anlatma, tanıtmaya açıklama fırsatı sunma ($f=1$) belirtilirken; çevresel katkı/etki teması altında ise, çevreye yönelik farkındalık oluşturma ($f=2$), çevreye yönelik bilgi geliştirme ($f=1$) ve çevreye yönelik tutum geliştirme ($f=1$) görüşleri ortaya çıkmıştır.

Fen eğitiminde belirledikleri okul dışı ortamların neden kullanılabilir olduğuna ilişkin öğretmen adaylarından bazılarının görüşlerine aşağıda olduğu gibi yer verilmiştir. Buna göre;

Ö1K1: “Bilim merkezleri: Topluma bilimi anlatma, açıklama fırsatı sunar. Herkes için ve her yaştan insan için uygun bilimsel süreçler yer alır. Öğrenciler okul dışı öğrenme ortamı kapsamında kendi öğretim programı ve yaşlarına uygun bilimsel süreçleri deneyimleyebilirler. Öğrencilerin ilgi, tutum ve merakını güdüler. Ailecek veya arkadaş topluluğu olarak da sonradan ziyaret edilebilir. Bahçe ve parklar: Bahçe ve parkların ulaşılabilirliği çok yüksektir. Günlük hayatta eğlenerek kullandıkları aletlerin ve eşyaların bilimsel bağlantılarını kurmalarına yardımcı olur ve bilgilerin deneyimlerin kalıcılığını arttırır. Öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetişmelerinde önemli bir yere sahiptir. Hayvanat Bahçeleri: Normalde karşılaşamayacakları ve gözlemleyemeyecekleri hayvanları, yaşamları, bu hayvanların tabiatlarını, beslenme şekillerini kendisi gözlemleyerek deneyimler. Aynı zamanda farklı

hayvanların farklı yaşam şekil ve koşulları olduğunu fark edebilir... Müzeler: Özellikle fizik konularında bilimsel ilerleyişi gözlemlemeyi sağlayabilir. Canlıların fosillerinin bulunduğu müzelerde kemik yapısı, vücut büyüklüğü ve uzunlukları gibi farkları gözlemleyebilir ve bu gözlemlerle beraber yaşama şekli, beslenme şekli, hareket kabiliyeti vb. konularda bilimsel çıkarım yapma becerileri arttırılabilir. Tarihi süreç olarak bilimin ve hayatın durağan değil değişken bir yapıya sahip olduğunu gün yüzüne çıkarmada etkili bir ortamdır. Fabrikalar: Makinelerin çalışma prensipleri ve kullanım alanlarıyla ilgili öğrencilere gerekli bir gözlem ortamı sağlar. Gelişim için sorunlarını fark eder ve bunlar için yeni yöntemler bulabilirler.”

Ö3K2: “Hayvanat bahçeleri, bilim merkezleri ve sahalar (orman, bahçe), akvaryum, müzeler vs. Hayvan davranışlarını incelemek, bitki yapıları hakkında bilgi sahibi olmak, deney yapabilmek, doğal ortamlarında davranışları hakkında bilgi sahibi olmak için bu ortamlardan faydalanılabilir. Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları olarak bu ortamları yazma nedenim: Öğrencilerin teorik bilgiyi gerçek yaşantılarla ilişkilendirmesine olanak sağlar. Canlıları doğal ortamlarında yakından gözleme fırsatı sunar. Bilim merkezleri öğrencilere deney ve gözlem imkânı sunar. Müzeler bilimsel gelişmeleri ve doğa tarihini destekler. Bu mekânlar öğrencilerin merak duygusunu geliştirir, öğrenmeye karşı ilgisini arttırır. Yani aktif öğrenmeyi destekler.”

Ö5E2: “Fen eğitiminde çevreye yönelik bilgi tutum ve farkındalık oluşturmak için milli parklar, arazi gezileri yapılabilir-kullanılabilir. Çeşitli müzeler gezilerek (örneğin MTA) mineraller, kayalar, gökyüzü hakkında bilgi edinilebilir. Bilim merkezlerinde çeşitli deneyler yapılabilir. (Bu tür ortamlarda) Öğrenciler sınıfta öğrendiği teorik bilgileri somutlaştırır. Beş duyusunu kullanarak gözlem ve keşif yapar. Öğrenciler eğlenerek öğrenir. Öğrencileri monotonluktan kurtardığı için ilgi çekici olur, öğrencilerin

motivasyonları artar. Günlük hayatlarında her zaman görme fırsatları olmadığı için ilgi çekici gelir.”

Ö6K4: “Bilim merkezleri, hayvanat bahçeleri ve gözlemevleri öğrencilerin fen eğitiminde teorik olarak gördükleri konuları pratikte de görebilmeleri ve yaşantılarına ekleyebilmeleri için önemlidir. Müzeler, milli parklar ve okul bahçeleri fen eğitimine katkı sağlar ve öğrencilerin motive olmalarını sağlar.”

Ö8E3: “Çeşitli müze-Bilim merkezi gezileri: Çünkü hem tarihi hem de teknolojik açıdan öğrencinin duyu organlarıyla doğrudan etkileşime geçmesi en etkili yöntem olacaktır. Ayrıca merak ve yaratıcılık konusunda etkilidir. Tabiat parkları ve doğa gezileri: Çünkü yaşam ve doğa etkileşimi sürekli devam eder ve öğrenci karşısına çıkabilecek problem ya da durumlara karşı yanıt verilebilmelidir. Tabiat parkları tanıma ve öğrenme için, doğa gezileri hayatta kalabilme yetileri için önem taşır. Bu iki eğitim verilirken fizik-kimya-biyoloji alanlarını doğrudan kullanabilmek çok kolaydır.”

Ö9K6: “Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları olarak hayvanat bahçeleri, bilim müzeleri ve tabiat alanları kullanılabilir. Hayvanat bahçelerinin kullanılması fen eğitiminde canlılar konusu ele alındığı için öğrencilerin kendi gözlemleriyle doğal ortamlarında daha iyi bir şekilde öğrenebilir. Kendileri aktif rol oynayarak konuyu canlı olarak daha güzel algılayabilirler. Tabiat alanlarında öğrenciler gözlemlerini yaparak fen bilimlerinde konuyla ilgili veriler toplayabilir. Deneyerek, keşfederek ortamdaki canlıları ve özelliklerini öğrenebilirler. Bilim müzelerinde ise öğrenciler örneğin dünya ve evren konusunu farklı bir şekilde öğrenebilirler. Öğrenciler uzay konusu ile ilgili eserleri ve nasıl kullandıklarını öğrenerek bu konuda daha bilgi sahibi olmaları sağlanabilir.”

Ö10E4: “Müzeler... Çünkü bilimin gelişimi ve tarihçesi için önemlidir. Müzelerde bilimsel açıdan inceleyebileceğimiz

karşılaştırmalar yapabileceğimiz eserler, objeler bulunur. Sorularımıza, anlamlı ilişkiler kurarak, neden-sonuç ilişkileriyle cevaplar arayabiliriz. Gözlemler sonucunda kalıcı öğrenmeler sağlanabilir. Doğa... Doğa, en iyi öğretmendir aslında... Doğa insanın ilk öğretmenidir. İstemli ya da istemsiz ilk deney ve gözlemler burada yapılır aslında. Öğrencilere birçok olanak sağlama açısından da doğanın önemi büyüktür. Yaşantılar ve tecrübeler sayesinde okuldaki eğitime de temel olacaktır. Botanik bahçeleri ve hayvanat bahçeleri... Canlıların her türlü özelliğini ve davranışlarını inceleme şansı buluruz... Böyle yerler tam anlamıyla gözlem yeridir. Öğrenciler, hayvanlar ve bitkiler hakkında birçok bilgiye ulaşır. Hayvanat bahçesinde de gezi yoluyla öğrenileceği için bu bilgiler daha ilgi çekici olacaktır ve kalıcılık sağlanacaktır.”

Ö12K8: “Laboratuvarlar... Öğrencinin deneyerek gözlem yaparak, süreç içerisinde aktif rol oynayarak öğrendiği bir ortamdır. Bu durumda öğrenci bilgiyi daha kalıcı öğrenir. Örneğin bir öğrencinin kendi kan grubunu, kendisinin öğrenmesi (yaptığı kendi deneyle) hem ilgi çekici hem de hem de öğrencide kalıcı eylem olur. Okul bahçeleri/Hayvanat bahçeleri/Ortamlar... Öğrencinin kendi bulunduğu ortamın habitatını öğrenmesinde fayda vardır. Gelecek yıllarda öğrendiği bilgilerde öğrenciye fayda sağlayacaktır.”

Ö13K9: “Akvaryum, Hayvanat Bahçeleri, Botanik Bahçeler... Özellikle canlılar ve doğa gibi ünitelerin anlatımında bu ortamlardan yararlanılabilir. Öğrencilerin canlıları doğal ortamları/doğal ortamlarına benzer ortamlarda doğrudan gözlemlemek öğrencinin ilgisini çekecek ve öğrenmeyi kalıcı hale getirecektir. Doğrudan gözlem yapabilen öğrenciler düşünmeye teşvik edilebilir ve soru sorarak canlıların-ortamların ilişkisini kurabilir. Bu ortamların araştırma-sorgulamayı desteklediğini düşünmekteyim. Müze, Planetaryumlar ve Bilim Merkezleri... Bunlar gibi ortamlarda öğrenciler için ekstra çalışma alanları bulunabilmektedir. Bu alanlarda öğrenciler bir uzman eşliğinde

gözleme etkinlik yapma şansı bulacaklardır. Özellikle planetaryumlarda gezegen simülasyonları öğrencilerin ilgisini çok çekmektedir. Müze ve bilim merkezlerinde de nesnelerle doğrudan bir ilişki kurabilmektedirler. Bu gibi ortamların işbirlikçi öğrenmeyi de desteklediğini düşünmekteyim.”

Ö15K11: “Ormanlık alan... Birçok konunun işlenebileceği, öğrencilerin birçok konuda bilgi sahibi olabileceği, gezip öğrenirken sıkılmayacak, eğlenceli bir ortam yaratmak için imkânın fazla olabileceği bir alan... Bilim merkezleri... Öğrencilerin birçok farklı bilimle ilgili alanlar görebileceği bir yer. Çocuklarda merak uyandıracak bir alan. Yine burada birçok bilginin daha eğlenceli bir şekilde öğrenilebileceğini düşünüyorum.”

Ö17E5: “Doğa gezileri ve milli parklar fen eğitimi için uygun olabilir. Gezerek, çözerek incelemek ve öğrenmek daha akılda kalıcıdır. Doğanın işleyişini, canlıların yaşamlarını, yaşanan doğa olaylarının etkilerini; gezerek, görerek, yaşayarak, inceleyerek ve grup içinde tartışarak öğrenmek fen eğitiminde önemli olabilir.”

Ö19K14: “Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak orman parkları, bahçeleri, göller ve müzeleri örnek vermiştim. Çünkü bu ortamlarda daha fazla canlı türü ve fen eğitiminde işimize yarayacak şeyler bulabiliriz. Çocuklar bu ortamlarda daha fazla veri toplayabilir.”

Tablo 5 üçüncü alt araştırma sorusuna yönelik olarak, öğretmen adayları tarafından, fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak mutlaka kullanılması gerektiği düşünülen ve tercih edilen 3 (üç) alan/ortama ait tema, kod, yüzde ve frekanslarını göstermektedir.

Tablo 5. Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak mutlaka kullanılması gerektiği düşünülen üç alan/ortama ilişkin bulgular

Tema	Alt Tema	Kod	Yüzde (%)	Frekans (f)
Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak mutlaka kullanılması gerektiği düşünülen 3 (üç) alan/ortam	Önem derecesi 1 olan alan/ortamlar	Bilim Merkezleri	31,57	6
		Müzeler/Bilim Müzeleri	21,05	4
		Doğa Eğitimi, Gezileri, Aktivite ve Ortamları	21,05	4
		Laboratuvarlar	10,52	2
		Ormanlık Alanlar	5,26	1
		Planetariumlar	5,26	1
		Okul Bahçesi	5,26	1
	Önem derecesi 2 olan alan/ortamlar	Müzeler/Bilim Müzeleri	31,57	6
		Hayvanat Bahçeleri	21,05	4
		Bilim Merkezleri	15,78	3
		Planetariumlar	10,52	2
		Milli ve Tabiat Parkları	5,26	1
		Gözlem Evi/Rasathaneler	5,26	1
		Okul Bahçesi	5,26	1
		Ormanlık Alanlar	5,26	1
	Önem derecesi 3 olan alan/ortamlar	Müzeler/Bilim Müzeleri	15,78	3
		Milli ve Tabiat Parkları	15,78	3
		Hayvanat Bahçeleri	10,52	2
		Akvaryumlar	10,52	2
		Botanik Bahçeler	10,52	2
		Kütüphaneler	5,26	1
		Ormanlık Alanlar	5,26	1

	Park ve Bahçeler	5,26	1
	Eğitim Merkezleri	5,26	1
	Okul Bahçesi	5,26	1
	Teknokentler	5,26	1
	Planetaryumlar	5,26	1

Fen bilimleri öğretmen adayları fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları anlamında birinci tercih olarak ve önem derecesi bakımından ilk sıraya bilim merkezleri ($f=6$), müzeler/bilim müzeleri ($f=4$), doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları ($f=4$), laboratuvarlar ($f=2$), ormanlık alanlar ($f=1$), planetaryumlar ($f=1$) ve okul bahçesini ($f=1$) yazmışlardır. Bu anlamda bilim merkezleri ($f=6$) öğretmen adayları tarafından fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları açısından ağırlıklı olarak ilk sıraya yazılan ortam olarak görülmektedir. Öğretmen adaylarının fen eğitiminde önem derecesi bakımından ikinci sırada gördükleri okul dışı öğrenme ortamları, müzeler/bilim müzeleri ($f=6$), hayvanat bahçeleri ($f=4$), bilim merkezleri ($f=3$), planetaryumlar ($f=2$), milli ve tabiat parkları ($f=1$), gözlem evi/rasathaneler ($f=1$), okul bahçesi ($f=1$) ve ormanlık alanlar ($f=1$) olmuştur. İkinci derecede önemli olarak görülen alan/ortamlar arasında en yüksek frekans, müzeler/bilim müzelerine ($f=6$) aittir. Öğretmen adayları önem derecesi bakımından üçüncü sırada ise, müzeler/bilim müzelerini ($f=3$), milli ve tabiat parklarını ($f=3$), hayvanat bahçelerini ($f=2$), akvaryumları ($f=2$), botanik bahçelerini ($f=2$), kütüphaneleri ($f=1$), ormanlık alanları ($f=1$), park ve bahçeleri ($f=1$), eğitim merkezlerini ($f=1$), okul bahçesini ($f=1$), teknokentleri ($f=1$) ve planetaryumları ($f=1$) görmektedirler. Bu tercih sıralamasında hayvanat bahçeleri öğretmen adaylarının ilk tercihlerinde yer almazken daha çok ikinci ve üçüncü tercih olarak yer aldığı görülmektedir. Öte yandan bilim merkezleri, ilk tercih de en yüksek frekansla tercih edilirken ve ikinci tercihlerinde de yer alırken, üçüncü tercih olarak hiç değerlendirilmemiştir. Müzeler ise

öğretmen adayları tarafından her üç tercih arasında da mutlaka yer verilen ve çoğunla yüksek frekansla tercih edilen okul dışı öğrenme ortamı olarak değerlendirilmiştir.

Fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamı olarak mutlaka kullanılması gerektiği düşünülen ve tercih edilen 3 (üç) alan ya da ortamın, bu gereklilik ve tercih edilme nedenleri ise öğretmen adayları tarafından çeşitli şekillerde ifade edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarından birinci sırada tercih ettikleri ve en yüksek frekanslı alan ya da ortamların tercih edilme nedenlerine ilişkin görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

Bilim merkezleri ($f=6$) için,

Ö3K2: “Deneysel öğrenme açısından etkili ortamlardır. Öğrenciler doğrudan deney ve gözlem yapabilirler. Bu sayede öğrencilerin bilimsel süreç becerileri gelişir.”

Ö4K3: “Öğrenciye deneyerek öğrenmeyi sağlar. Öğrenciler burada fenle ilgili konuları eğlenceli etkinlikler ve deneyler sayesinde öğrenir. Buradaki sergiler, oyunlar, robotik uygulamalar sayesinde öğrenciler bilime karşı olumlu tutum geliştirir. Fen derslerini sevmeye başlarlar. Öğrenciler, elektrik, ses ve manyetizma gibi soyut konuları somutlaştırma imkânı sağlar.”

Ö5E2: “Bilim merkezleri öğrencilerin günlük hayatlarında göremeyeceği çeşitli materyalleri bulundurur. Bunlar öğrencilerin dikkatini çeker. Eğlenirler.”

Ö13K9: “Özellikle fen eğitiminde ayrı bir öneme sahiptir. İçerisinde bulunan alanlarda öğrenciler farklı etkinliklere katılabilir. Bireysel veya grupta yapacakları bu etkinlikler onları araştırmaya ve düşünmeye teşvik edecektir. Bilim merkezi içerisinde bulunan eşyalar/malzemeler öğrencilerin gözlem yapmasına imkân sağlayacaktır.” biçiminde ifadeler kullanmışlardır.

Müzeler ($f=4$) için,

Ö9K6: “Öğrenciler müzelerdeki yapıları yakından inceleyebilir ve bunlar hakkında bilgi sahibi olabilirler. Eserlerin özelliklerini de öğrenerek öğrenciler fen bilimlerindeki konuları daha iyi kazanabilirler.”

Ö14K10: “Müzeler okul dışı öğrenme ortamları olarak çok önemli bir konumdadır. Çünkü müzelerde öğrenciler keşfederek, görerek, dokunarak, inceleyerek daha etkili bir öğrenme sağlarlar. Öğrenciler bu ortamda öğrendiklerini güncel hayatlarına uygulayabilirler. Müzelerde yapılan etkinlikler de kalıcı öğrenmeyi sağlar.” biçiminde görüş belirtmişlerdir.

Doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları ($f=4$) için,

Ö8E3: “Doğada hayatta kalmak için fizik, kimya ve biyoloji alanlarında bilgi sahibi olmak gereklidir. Ancak teorik bilgi hiçbir şeye yetmez. Bu sebeple izci grubu ile çalışmak öğrencilere profesyonel anlamda beceri kazandırmak ve kalıcılığı yaşayarak sağlamak için ideal.”

Ö10E4: “Bu sıralamayı yaptım. Çünkü doğanın ilk öğretmen olduğunu belirtmiştim. Bunun dışında bilimsel bilgiye dair en çok şeye doğada ulaşabiliriz. Neredeyse doğa ve canlıların ilişkisi her yönden bilimle ilişkilidir.”

Ö19K14: “1.sıraya tabiat koymuştum. Sebebi, doğada çok fazla madde ile karşı karşıya kalıyoruz. Canlı cansız etkileşiminin çok çeşitli ve sayıda olması sebebiyle 1. sıraya koydum.”

Laboratuvarlar ($f=2$) için,

Ö1K1: “Laboratuvarlar fen için vazgeçilmez bir ortamdır. Güvenlik ve tüm koşulların sağlanabileceği deneylerin en iyi ve az hatayla gerçekleştirilebilen ortam olduğundan 1. sıradadır.”

Ö12K8: “İlk olarak bir fen eğitiminde ilk kullanılması gereken yer laboratuvarlar. Çünkü öğrenci burada deney ve

gözlemlerini kullanarak daha kalıcı öğrenmeyi sağlıyorlar. Bununla beraber o yaş grubu için eğlenceli bir öğrenim de sağlanmış oluyor.” şeklinde ifadelere yer vermişlerdir.

Öğretmen adaylarından ikinci sırada tercih ettikleri ve en yüksek frekanslı alan ya da ortamların tercih edilme nedenlerine ilişkin görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

Müzeler ($f=6$) için,

Ö3K2: “Bilimin, bilginin tarihsel gelişimi ve doğa tarihi hakkında bilgi edinmelerini sağlar.”

Ö6K4: “Müzelerde fen dersi ile bağlantılı icatları gözlemleyebilirler. Müzeler öğrenciler için önceki dönemlerden göremeyecekleri malzemeleri görmelerine ve bunlar hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlar.”

Ö16K12: “Geçmiş geleceğe ışık gösterir. Öğrencilerimiz geleceğin bilim insanları. Geçmiş hakkında doğru bilgileri somut olarak anlatırsak yani bir bilimsel gelişmenin ilk adımını atmış oluruz.” şeklinde ifadelere yer vermişlerdir.

Hayvanat Bahçeleri ($f=4$) için,

Ö4K3: “Öğrenciler burada canlıları gözlemleyip, sınıflandırma yapabilir. Orada bulunan nesli tükenmekte olan canlıları gözlemleyerek biyoçeşitlilik kavramını kazanır.”

Ö9K6: “Canlılar konusunda öğrencilere yardımcı olabilir. Öğrenciler kendi gözlemleriyle konuyla ilgili fikirleri çeşitlendirebilirler.”

Ö14K10: “Hayvanat bahçeleri, öğrencilerin canlıları tanıma noktasında önemli ortamlardır. Çünkü öğrenciler teorik bilgileri öğrenme konusunda yetersiz kalabilirler. Hayvanat bahçeleri öğrencilerin hayvanları görerek, inceleyerek öğrenmelerini sağlar.”

Bilim merkezleri ($f=3$) için,

Ö8E3: “Teknoloji çağındayız. Geçmişten çok geleceğin hızlı geliyor olması öğrencilerin yeni teknolojilere adapte olma sürecini ve geleceğe hazır olmalarını doğrudan etkiler.”

Ö15K11: “Öğrencilerin daha aktif olabileceği, birçok konu için deneyim sağlayabilir.”

Planetaryumlar ($f=2$) için,

Ö13K9: “Özellikle simülasyonlar için dikkat çekici ortamlardır. Öğrencilerin doğrudan gözlem yapamadığı durumlar için kullanılabilir (Gezegenler gibi).” biçiminde görüşler ortaya koymuşlardır.

Öğretmen adaylarından üçüncü sırada tercih ettikleri ve en yüksek frekanslı alan ya da ortamların tercih edilme nedenlerine ilişkin görüşlerinden bazıları şu şekildedir:

Müzeler ($f=3$) için,

Ö8E3: “Çünkü müzeler geçmişi temsil eder ve bilimin geçmişi ve nasıl üretildiği hakkında bilgi sahibi olurlar. Bu sayede öğrenciler hem tarihi bilir ve hem de kendilerine bir rol model seçerler.”

Ö19K14: “3. sıraya müze koyma sebebim ise fen eğitimi konularında belirli konular için özel müzelerde rahatça gözlemlerin yapılabilir olmasıdır.”

Milli ve tabiat parkları ($f=3$) için,

Ö6K4: “Milli parklardaki gördükleri canlıların hangi çevrede yaşadığı, hangi şartlara uyum sağladığını görebilirler.”

Ö9K6: “Öğrenciler ortamda bulunan canlıları tabiat alanını gezerek keşfedebilirler. Canlıları gözlemleriyle daha iyi bir şekilde kavrayabilirler. Eğlenceli bir şekilde konuyu daha ilgi çekici şekilde öğrenebilirler.”

Hayvanat bahçeleri ($f=2$) için,

Ö18K13: “Öğrencilerin fen dersinde öğrendiği hayvanları canlı görmesi derste öğrendiklerini daha iyi pekiştirmesi açısından önemli yer kaplar.”

Akvaryumlar ($f=2$) için,

Ö4K3: “Öğrenciler deniz canlılarını gözlemleyerek su altı yaşamını tanır. Farklı türdeki deniz canlılarını gözlemleyerek deniz ekosistemine hâkim olup, oradaki canlıları sınıflandırabilir.” şeklinde görüşlere yer vermişlerdir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının genel olarak okul dışı öğrenme ortamları olarak neleri ve nereleri bu kapsam içerisine dahil ettikleri belirlenmek istenmişti. Bununla birlikte asıl odak noktası olarak ise okul dışı süreçler olarak fen eğitiminde hangi ortamların kullanılabileceği ve temelde kullanılabilir olduğunun öğretmen adayları nezdinde karşılıkları, nedenleri de ortaya konularak belirlenmek istenmekteydi. Dahası öğretmen adayları fen eğitimi için üç ortam belirleseydi ve bunun sıralamasını yapsalardı, bu sıralamada hangi ortamlara ne tür bir gerekçeyle yer vereceklerinin tespit edilmesi amaçlanmaktaydı. Bu amaçlar doğrultusunda sonuçlar, araştırma soruları ışığında bu bölümde tartışılmaktadır.

Buna göre birinci araştırma sorusu bağlamında, fen bilimleri öğretmen adaylarının genel olarak okul dışı öğrenme ortamı olarak bildikleri ve algıladıkları alanlar; müzeler ($f=18$), hayvanat bahçeleri ($f=14$), bilim merkezleri ($f=8$), milli ve tabiat parkları ($f=7$), planetaryumlar ($f=7$), ormanlık alanlar ($f=7$), göl/göletler ($f=7$), akvaryumlar ($f=7$), doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları ($f=5$), tarihi ve kültürel mekânlar ($f=5$), okul bahçesi ($f=4$), park ve bahçeler ($f=4$), botanik bahçeler ($f=3$), gözlem evi/rasathaneler ($f=3$),

kütüphaneler ($f=2$), bilim, resim ve sanat galerileri ($f=2$), ev ($f=2$), sinema/tiyatro izleme alanları ($f=1$), laboratuvarlar ($f=1$), kumsal/sahil/deniz kenarı ($f=1$), denizler ($f=1$), sanayi kuruluşları/fabrikalar ($f=1$), sanal laboratuvarlar ($f=1$), sanal müzeler ($f=1$), nehirler/akarsular ($f=1$), antik tiyatro alanı ($f=1$), hastaneler ($f=1$), eğitim merkezleri ($f=1$), sivil toplum kuruluşları ($f=1$) ve teknokentler ($f=1$) olmuştur. Bu anlamda, genel olarak okul dışı öğrenme ortamları dendiğinde öğretmen adaylarının ilk aklına gelen alanların yüksek frekansla, müze, hayvanat bahçesi ve bilim merkezleri olduğu söylenebilir. Bu alanları ise, milli ve tabiat parkları, planetaryumlar, ormanlık alanlar, göl/göletler ve akvaryumlar izlemektedir. Ortaya konan alanlardan bazıları düşük frekansla yer almış olsa da öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamları olarak bildikleri ve algıladıkları bu alanların geniş bir yelpazede değerlendirilmiş olması, öğrenme ortamları için önemli görülmelidir. Öyle ki, bu durumun öğrenme yaşantıları anlamında, çok farklı alan ve ortamların kullanılması, öğrenme süreçlerinin zengin ve çok boyutlu bir biçimde yapılandırılması adına oldukça değerli olduğu düşünülmektedir. Kubat (2018), 18 öğretmen adayı ile yaptığı çalışmasında, okul dışı öğrenme ortamlarının nereler olabileceğini sormuş, aldığı cevaplarda bilim merkezleri (12), müzeler (9) ve sanayi kuruluşları (9) en yüksek frekansla tercih edilen ortamlar olmuştur. Hayvanat bahçelerinin (2) ise ifade edilme oranı oldukça düşüktür. Oysaki mevcut bu araştırmada hayvanat bahçeleri öğretmen adaylarının en yüksek frekansla (14) ikinci sırada ifade ettikleri alan/ortamdı. İlk sırayı ise en yüksek frekansla (18) müzeler almıştı. Bilim merkezleri (8) ise üçüncü sırada yüksek frekansa sahip ortam olmuştur. Müzeler ve bilim merkezlerinin her iki çalışmada da yüksek frekansla ifade edilmesi önemli bir örtüşme noktası olarak görülürken, hayvanat bahçesi tercihleri ise ciddi bir ayrışma noktası olarak değerlendirilebilir.

Araştırmanın ikinci alt araştırma sorusu anlamında, fen bilimleri öğretmen adayları okul dışında öğrenme ortamları olarak fen eğitiminde kullanılabilir ve etkili olabileceğini düşündükleri alanlar; müzeler ($f=15$), bilim merkezleri ($f=9$), hayvanat bahçeleri ($f=9$), milli ve tabiat parkları ($f=6$), planetaryumlar ($f=5$), ormanlık alanlar ($f=5$), akvaryumlar ($f=5$), doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları ($f=5$), okul bahçesi ($f=5$), göl/göletler ($f=5$), park ve bahçeler ($f=4$), botanik bahçeler ($f=3$), gözlem evi/rasathaneler ($f=3$), kumsal/sahil/deniz kenarı ($f=1$), kütüphaneler ($f=1$), sanayi kuruluşları/fabrikalar ($f=1$), laboratuvarlar ($f=1$), sivil toplum kuruluşları ($f=1$) ve teknokentler ($f=1$)'dir. Fen eğitimi için ilk akla gelen ve düşünülen alan/ortam oldukça yüksek frekansla müzeler ($f=15$) olmuştur. Bu ortamları ise, bilim merkezleri ($f=9$), hayvanat bahçeleri ($f=9$) ve milli ve tabiat parkları ($f=6$) izlemektedir. Bu sonuçlar fen bilimleri öğretmen adaylarının fen eğitimi ve öğrenme süreçleri için müzelere çok daha farklı bir anlam yüklediği şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte, bilim merkezleri ve hayvanat bahçeleri de azımsanmayacak bir öneme sahip gibi görülmektedir. Benzer şekilde, milli ve tabiat parkları, planetaryumlar, ormanlık alanlar, akvaryumlar, doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları, okul bahçesi ve göl/göletler önemli ve değerli görülen diğer alanlar olmuştur. Soylu ve Karamustafaoğlu'nun (2020) yaptıkları bir çalışmaya göre fen bilimleri öğretmenlerinin okul dışı öğrenme ortamı olarak en çok tercih ettikleri alanlar, planetaryum, müze ve bilim merkezleridir. Müzeler, fen eğitimi için öğrenme süreçlerine destek veren ortamlar olarak değerlendirilmektedir (Martin, 2004; Türkmen, 2018). Benzer bir biçimde alan yazındaki diğer bazı çalışmalar, bilim merkezleri, hayvanat bahçeleri ve planetaryum gibi ortamların fen eğitimi açısından etkisini ve önemini ortaya koymaktadır (Bozdoğan & Yalçın, 2006; Bozdoğan, 2008; Demir & Öner-Armağan, 2018; Kılıç & Bilgin, 2023; Sturm & Bogner, 2010; Sontay, Tutar & Karamustafaoğlu, 2016; Yavuz & Kızılcı, 2012).

Mevcut bu araştırmada ğretmen adaylarının fen eğitimi için çoğunlukla müze, bilim merkezleri ve hayvanat bahçelerini tercih etmelerinin, alan yazındaki araştırma sonuçları da dikkate alındığında oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Fen bilimleri ğretmen adaylarının fen eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları olarak belirledikleri alan/ortamların kullanılabilir olma nedenlerine ilişkin bireysel katkı/etki anlamında, bireysel gözlem/keşif/deneyimlere fırsat sunduğu ($f=9$), doğal ortamdaki unsur ve davranışları tanıma fırsatı oluşturduğu ($f=8$) ve merak duygusunu geliştirmeye ($f=4$) katkı sunduğu sonucu ortaya konmuştur. Bu ortamların, öğrenme ortamına katkı/etkisi anlamında, bilgi/deneyimlerde ve öğrenmede kalıcılığı sağladığı ($f=7$), bilgi edinmeyi sağladığı ($f=7$), ilgileri arttırma ve ilgi çekici ortam sağladığı ($f=6$) ve doğal ortamda yakından/gerekli gözlem ortamı sunduğu ($f=5$) sonuçlarına ulaşılmıştır. Bilimsel süreçlere katkı/etki anlamında ise, bilimsel ilerleyişi/gelişmeleri göstermeye ($f=4$), deneyler yapabilmeye ($f=4$) ve bilimsel süreçleri deneyimlemeye ($f=3$) katkısının olduğu belirtilmiştir. Fen bilimleri ğretmen adaylarının belirledikleri okul dışı öğrenme ortamlarının fen eğitiminde kullanılabilir olma gerekçelerine ilişkin gerek bireysel gerek öğrenme ortamı gerekse de bilimsel süreçlere katkıları anlamında ifade ettikleri daha başka görüşleri de bulunmaktadır. Öte yandan, düşük frekanslı olarak bulunsalar da toplumsal katkı/etki olarak, her yaştan insan için bilimsel ortam sunma ($f=1$) ve topluma bilimi anlatma, tanıtma açıklama fırsatı sunmada ($f=1$) etkisinin olduğu belirtilirken; çevresel katkı/etki bağlamında ise, çevreye yönelik farkındalık oluşturma ($f=2$), çevreye yönelik bilgi ($f=1$) ve tutum ($f=1$) geliştirmeye katkısının olduğu da düşünülmektedir. Fen bilimleri ğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen bu sonuçlar, okul dışı öğrenme ortamlarının fen eğitiminde, doğal ortamlarda bireysel gözlem ve keşif olanakları sunması, ortamdaki unsur ve davranışların doğal yollardan tanınmasına olanak

sağlaması, dikkat ve ilgi çekici, merak duygusu uyandırıcı, bilgi edinmeyi sağlayıcı, eğlenceli, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayıcı bir öğrenme ortamı oluşturmaları, bilime ve bilimsel süreç becerilerine dönük deneyimler edinilmesi ve gelişim sağlanmasına katkılar sunması anlamında, alan yazındaki bazı araştırma (Bakioğlu, 2017; Bakioğlu & Karamustafaoğlu, 2020; Bostan Sarioğlu & Küçüközer, 2017; Demir & Öner-Armağan, 2018; Dön el Akgül & Arabacı, 2020; Karamustafaoğlu & Ermiş, 2020; Küçük & Yıldırım, 2021; Mertoğlu, 2019; Yavuz & Kıyıcı, 2012; Yıldırım & Çetinkaya, 2023) sonuçları ile örtüştüğü görülmektedir. Örneğin, Karamustafaoğlu ve Ermiş (2020), 8. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, öğrencilerin okul dışı ortamı dikkat çekici, merak ve ilgileri arttıran, eğlenceli ve ayrıntılı bilgi edinebilecekleri bir ortam ve etkinlik olarak ifade ettiklerini ortaya koymuşlardır. Bir başka çalışmada, Yıldırım ve Çetinkaya (2023), fen bilimleri öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamlarına ilişkin görüşlerini aldıkları çalışmalarında öğretmen adayları, okul dışı öğrenme ortamlarının öğrenciler için dikkat çekici olabileceği ve kalıcı öğrenmeyi sağlayabileceğini savunmuşlardır. Ayrıca bu tür ortamlarda öğrenme sırasında öğrencilerin eğlendiklerini gözlemleyebileceklerini ifade etmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise, Bakioğlu ve Karamustafaoğlu (2020), 5. sınıf gönüllü 10 öğrenci ile yaptıkları çalışmada öğrenciler, okul dışı öğrenme ortamlarının öğrenme üzerindeki etkisine, gezi ortamındaki materyallerin ilgi çekiciliğine, bilgi ve beceri kazandırmasındaki etkililiğine dikkatleri çekmektedirler. Küçük ve Yıldırım (2021), 5. sınıf öğrencileri ile okul dışında yaptıkları çalışmalarında başarıyı arttırarak kalıcılığı sağlamışlardır. Aynı zamanda Dön el Akgül ve Arabacı'nın (2020) çalışmasında okul dışı ortamların avantajı fen bilimleri öğretmenleri kalıcılığa vurgu yaparken, Bostan Sarioğlu ve Küçüközer'in (2017) çalışmalarında ise fen bilimleri öğretmen adayları benzer bir vurguda bulunmuşlardır.

Son olarak üçüncü araştırma sorusu bağlamında, fen bilimleri öğretmen adayları fen eğitiminde mutlaka kullanılması gerektiğini düşündükleri 3 (üç) alan/ortamın tercihini yapıp sıralamışlardı. Buna göre öğretmen adaylarının, fen eğitiminde ilk tercih ettikleri ve birinci sıraya yazdıkları alan/ortamlar, bilim merkezleri ($f=6$), müzeler/bilim müzeleri ($f=4$), doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamları ($f=4$), laboratuvarlar ($f=2$), ormanlık alanlar ($f=1$), planetaryumlar ($f=1$) ve okul bahçesi ($f=1$)'dir. İkinci sırada gördükleri alan/ortamlar, müzeler/bilim müzeleri ($f=6$), hayvanat bahçeleri ($f=4$), bilim merkezleri ($f=3$), planetaryumlar ($f=2$), milli ve tabiat parklar ($f=1$), gözlem evi/rasathaneler ($f=1$), okul bahçesi ($f=1$) ve ormanlık alanlar ($f=1$)'dir. Üçüncü sırada gördükleri alan/ortamlar ise, müzeler/bilim müzeleri ($f=3$), milli ve tabiat parkları ($f=3$), hayvanat bahçeleri ($f=2$), akvaryumlar ($f=2$), botanik bahçeleri ($f=2$), kütüphaneler ($f=1$), ormanlık alanlar ($f=1$), park ve bahçeler ($f=1$), eğitim merkezleri ($f=1$), okul bahçesi ($f=1$), teknokentler ($f=1$) ve planetaryumlar ($f=1$)'dir. Elde edilen bu sonuçlara göre, öğretmen adayları fen eğitimi açısından bilim merkezlerini ilk sırada tercih edilmesi gereken yer olarak görmektedirler. İkinci tercihte bilim merkezlerinin yerini müzelerin aldığı görülmektedir. Müzeler, her üç tercihte de mutlaka yer alan ve yüksek frekanslı ilk üç sıraya giren alan/ortam olmuştur. Okul dışı öğrenmede önemli bir yeri olan hayvanat bahçelerinin ilk tercihte hiç yer almaması oldukça ilginç bir durumdur. Öte yandan bilim merkezleri de son tercih olarak hiç görülmemiştir. Bu bilim merkezlerine yüklenen anlam açısından önemli görülebilir. Zira, öğrencilerin ilk tercihlerinde bilim merkezleri en yüksek frekansı alan ortam olmuştur.

Sonuç olarak, fen bilimleri öğretmen adayları okul dışı öğrenme ortamları olarak pek çok alanı bu kapsamda görmektedirler. Fen eğitimi açısından da okul dışı ortamların etkisine ve getirilerine inanmaktadırlar. Fen eğitimi açısından uygun ve kullanılabilir

gördükleri alanları daraltsalar da yine de fen için geniş bir yelpaze sunmaktadırlar. Fen eğitimi için ilk üç okul dışı öğrenme alan/ortam tercihlerinde çeşitlilik olsa da ağırlıklı olarak bilim merkezlerine, müzelere, doğa eğitimi, gezileri, aktivite ve ortamlarına, hayvanat bahçelerine, milli ve tabiat parklarına önem atfetmektedirler. Tüm bu sonuçlar ışığında aşağıda bazı önerilere yer verilmiştir:

- Fen eğitimi açısından okul dışı öğrenme ortamlarının kullanımı ve çeşitliliği sağlanmalı, zengin bir öğrenme yaşantısı bağlamında her yaş grubu için bu tür ortamlar önemsenmelidir.
- Hizmet öncesi fen bilimleri öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik uygulama ve deneyimleri arttırılarak, bu tür ortamların etki gücü arttırılabilir.
- Fen eğitimi derslerinde farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamları olarak hangi alan/ortamlarda olmaktan haz duyacakları araştırılabilir. Böylelikle o alanlara yönelik etkinlik ve uygulama sayıları arttırılabilir.

Kaynakça

Bakioğlu, B. (2017). *5. sınıf vücudumuzun bilmecesini çözelim ünitesinin okul dışı öğrenme ortamı destekli öğretiminin etkililiği*. Doktora Tezi, Amasya Üniversitesi.

Bakioğlu, B. & Karamustafaoğlu, O. (2020). Okul dışı öğrenme ortamlarının öğretim sürecinde kullanımına yönelik öğrenci görüşleri. *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 5(1), 80-94.

Bolat, A., Karamustafaoğlu, S. & Karamustafaoğlu, O. (2020). Okul dışı öğrenme ortamının 5. sınıf ‘canlılar dünyası’ ünitesinde öğrenci başarısına etkisi: biyoçeşitlilik müzesi örneği. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 8, 42-54.

Bostan Sarıoğlu, A. & Küçüközer, H. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamları ile ilgili görüşlerinin araştırılması. *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 1-15.

Bozdoğan, A. E. & Yalçın, N. (2006). Bilim merkezlerinin ilköğretim öğrencilerinin fene karşı ilgi düzeylerinin değişmesine ve akademik başarılarına etkisi: Enerji parkı. *Ege Eğitim Dergisi*, 7(2), 95-114.

Bozdoğan, A. E. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim merkezlerini fen öğretimi açısından değerlendirmesi: Feza Gürsey Bilim Merkezi örneği. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 19-41.

Bozdoğan, A. E., Okur, A. & Kasap, G. (2015). Planlı bir alan gezisi için örnek uygulama: Bir fabrika gezisi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(14), 1-12.

Balkan Kılıcı, F. & Atabek Yiğit, E. (2010). Sınıf duvarlarının ötesinde fen eğitimi: Rüzgar santrallerine teknik gezi.

International Online Journal of Educational Sciences, 2(1), 225-243.

Demir, N. & Öner-Armağan, F. (2018). Okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik fen bilgisi öğretmenlerinin görüşleri: Planetarium. *Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(30), 4241-4248. <https://doi.org/10.26450/jshsr.861>

Dönel Akgül, G. & Arabacı, S. (2020). Okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik fen bilgisi öğretmenlerinin görüşleri. *Uluslararası Eğitim Araştırmacıları Dergisi*, 3(2), 276-291.

Efe, H. (2019). *Bilim merkezlerinin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik algılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Erenoğlu, C. (2010). *Doğada fen öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.

Ramey-Gassert, L. (1997). Learning science beyond the classroom. *The Elementary School Journal*, 97(4), 433- 450.

Johnson, B. & Christensen, L. (2014). *Eğitim araştırmaları: nicel, nitel ve karma yaklaşımlar*. (Çev. Ed. S. B. Demir). Eğiten Kitap.

Karamustafaoğlu, O. & Ermiş, M. (2020). Biyoteknoloji konusunun okul dışı fen ortamında öğretimine yönelik öğrenci görüşleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 5(1), 92- 114.

Kelly, J. (2000). Rethinking the elementary science methods course: a case for content, pedagogy, and informal science education. *International Journal of Science Education*, 22(7), 755-777.

Kılıç, H. & Bilgin, A. (2023). Okul dışı öğrenme ortamlarının 5. sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay ünitesine yönelik akademik başarı ve tutumlarına etkisi. *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 211-236.

Kubat, U. (2018). Okul dışı öğrenme ortamları hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48, 111-135.

Küçük, A. & Yıldırım, N. (2021). Okul dışı öğrenme ortamlarında işlenen insan ve çevre ünitesinin akademik başarı üzerindeki etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 9(2), 205-264.

Laçın Şimşek, C. (2011). Okul dışı öğrenme ortamları ve fen eğitimi. (Ed. C. Laçın Şimşek) *Fen öğretiminde okul dışı öğrenme ortamları*. Pegem Akademi.

Martin, L. M. W. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, 88 (S1), 71-82.

Mertoğlu, H. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının farklı öğrenme ortamlarında gerçekleştirdikleri okul dışı etkinliklere ilişkin görüşleri. *İnformel Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 37-60.

Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *An expanded sourcebook qualitative data analysis*. Thousand Oaks, Sage Publications.

Sturm, H. & Bogner, F. X. (2010). Learning at workstations in two different environments: A museum and a classroom. *Studies in Educational Evaluation*, 36, 14-19.

Sontay, G., Tutar, M. & Karamustafaoğlu, O. (2016). Okul dışı öğrenme ortamları ile fen eğitimi hakkında öğrenci görüşleri:

Planetaryum gezisi. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi* 1(1), 1-24.

Soylu, Ü. İ. & Karamustafaoğlu, O. (2020). Okul dışı ortamlarda öğretim deneyimi olan fen bilimleri öğretmenlerinin bu ortamlara yönelik görüşleri. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(3), 174-196.

Şen, A. İ. (2019). *Okul dışı öğrenme ortamları*. Pegem Akademi.

Tayşı-Tafracı, S. & Aydın, A. (2023). Okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisi ve bu ortamlar hakkındaki görüşleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(3), 925-953.

Tayşı-Tafracı S. & Aydın, A. (2024). 6. sınıf fen bilimleri dersinde okul dışı öğrenme ortamlarında yürütülen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına ve derse yönelik tutumlarına etkisi. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 1-32

Tungaç, A. S. & Coral, M. N. Ü. (2017). Fen bilimleri öğretmenlerinin okul dışı (doğa deneyimine dayalı) eğitime yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Social Sciences*, 8(26), 24-42.

Türkmen, H. (2018). İnformal öğrenme ortamının fosiller konusunun öğrenilmesine etkisi: Tabiat tarihi müzesi örneği. *Afyon Kocatepe University Journal of Social Sciences*, 20(3), 137-147. doi:10.32709/akusosbil.417266

Yavuz, M. & Kıyıcı, F. B. (2012). Hayvanat bahçelerinin fen öğretiminde kullanımına ilişkin öğrenci görüşleri. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 134-156.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. 9. Baskı. Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, F. S. & Çetinkaya, H. K. (2023). Fen bilgisi öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamlarına ilişkin tutum ve görüşleri. *Edutech Research Dergisi*, 1(1), 112-124.

BİLİMSEL OKURYAZARLIĞA GİDEN YOL: SORUŞTURMA TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİ

**İREM SELİN DEMİRBAŞ¹
AYŞE GÜL ÖZAŞKIN ARSLAN²**

Giriş

1950'lerin sonundan başlayıp devam eden süreçte fen öğretiminin odağını tek sözcükle özetlemek gerekseydi, tereddütsüz “inquiry” (soruşturma) seçilirdi (DeBoer, 1991). Fen öğretiminde soruşturma, eleştirel düşünme ile başlayan ancak onunla sınırlı kalmayan dinamik bir süreçtir. Bu süreç, bireyin hipotez kurma, veri toplama, analiz etme ve sonuç çıkarma gibi adımlarda bilimsel muhakeme becerilerini devreye sokmasını gerektirir. Aynı zamanda gözlem, ölçüm, değişken kontrolü ve modelleme gibi bilimsel süreç becerilerini besleyerek, öğrencilerin olgularla teori arasındaki ilişkiyi anlamlandırmasını sağlar. Geniş perspektiften baktığımızda ise soruşturma temelli yaklaşım, fen öğretiminin en temel amaçlarından olan bilimsel okuryazarlığı geliştirir. Bu sayede

¹ Arş. Gör., Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Orcid: 0009-0008-4726-7868

² Dr, Amasya Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Orcid: 0000-0002-9018-5525

bireyler bilimsel bilginin nasıl üretildiğini, sınırlarını ve toplumsal bağlamdaki etkilerini sorgulayabilir. Böylece, yalnızca ‘neyin doğru olduğunu’ değil, ‘nasıl bildiğimizi’ de irdeleyen felsefik bir bakış açısı kazanılır. Bu bileşenlerin birleşimi ise yalnızca akademik başarıyı değil, aynı zamanda aktif vatandaşlık ideallerini de besler: Demokratik süreçlere katılımı bilinçli kararlar verebilen, sürdürülebilirlik için eleştirel çözümler üretebilen ve öz-yeterlilikle donanmış bireylerin yetişmesi, fen öğretiminin soruşturma odaklı yapısıyla doğrudan ilişkilidir. Çünkü soruşturma, bilimi bir ‘ürün’ olarak değil, ‘sürekli yenilenen bir eylem’ olarak deneyimletir.

John Dewey ve çalışma arkadaşlarının 20. yüzyılın ilk yıllarında ortaya koyduğu "İlerlemecilik" felsefesi, soruşturma temelli öğrenme yaklaşımının temelini oluşturur (Koyunlu Ünlü, 2015). Bu felsefe, devamlı değişen dış dünyaya ayak uydurmayı gerektirir. Bunun için de öğrenmeyi deneyime, probleme, demokrasiye ve sonuç olarak da toplumsal değişime uyum sağlamaya bağlar. İlerlemecilik felsefesini destekleyen yapılandırmacı öğrenme kuramı da öğrencinin yeni karşılaştığı durumlar karşısında kendi geçmiş öğrenmeleriyle bağlantı kurmasını ve dış dünyaya uyum sağlamasını esas alır. Bu felsefik çerçevede ve epistemolojik duruşta, öğrenciler bağımsız düşünmeye teşvik edilir, kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu almaları ve öğrenme süreçlerine aktif katılmaları beklenir. İlerlemecilik ve yapılandırmacılık, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık gibi becerileri geliştirmesini hedefler. Soruşturma temelli öğrenme bu becerilerin gelişimine katkı sağlayan en önemli stratejilerden birisidir (Öztürk ve Demir, 2023).

Bu çerçevede, soruşturma temelli öğrenme, en yaygın kabul gören tanımıyla, öğrencilerin bir bilim insanı edasıyla bilgiye ulaştığı ve öğrenme süreçlerinin sorumluluğunu üstlendiği bir eğitim metodu olarak ifade edilir (Keselman, 2003). Atun ve Bayram'a (2020) göre ise bu yaklaşım, bilimsel süreç becerilerini merkeze

olarak karar verme, yaratıcılık ve eleştirel düşünme gibi yetileri olumlu yönde etkileyen ve öğrencilerin kendi öğrenmelerini düzenleme (öz düzenleme) becerilerini geliştirmelerine yardımcı olan bir yöntemdir. Bu eğitim metodunun içeriğine dair literatürdeki tanımlamalar, büyük ölçüde Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Araştırma Konseyi'nin (NRC, 2000) yayımladığı Ulusal Fen Eğitimi Standartları'nı referans almaktadır. Bu kılavuzda belirtildiği üzere, soruşturma temelli öğrenme beş ana uygulama üzerine kuruludur:

- Öğrencinin sorular yönelterek problemi belirlemesi.
- Öğrencinin modeller oluşturması ve bu modelleri uygulaması.
- Öğrencinin araştırmaları tasarlaması ve yürütmesi.
- Öğrencinin elde ettiği verileri çözümleyerek anlamlandırması.
- Öğrencinin mevcut kanıtlara dayanarak çıkarımlar yapması ve açıklamalar sunması.

Alan yazınında, bu öğrenme yaklaşımının temel nitelikleri konusunda araştırmacılar arasında genel bir uzlaşa bulunmasına rağmen, kullanılan terminoloji bağlamında bir kavram karmaşası yaşanmaktadır. Nitekim İngilizce, Almanca ve Fransızca akademik kaynaklarda bu kavrama farklı terimlerle atıfta bulunulduğu görülmektedir. Bu kavrama ilişkin İngilizce alan yazında “Inquiry”, Almanca alan yazında “Untersuchung” ve Fransızca alan yazında ise “l’investigation” terimleri kullanılmaktadır (Bayram, 2020). İngilizce’de inquiry kelimesinin kökeni Latince’dir ve inquirere fiilinden türemiştir. “İçinde aramak, sorgulamak” anlamlarına sahiptir. Almanca’daki untersuchung kelimesi ise untersuchen fiilinden türemiştir ve “altını aramak, derinlemesine incelemek” anlamına sahiptir. Fransızcadaki kullanımı ise yine Latince kökenli investigato fiilinden geçmiştir ve “iz sürmek, araştırmak” anlamlarına gelmektedir. Aynı bağlamı işaret eden bu kavramlar

birbirlerinden küçük nüanslarla ayrılmakta ancak işaret edilen sürece de zenginlik katmaktadırlar. İngilizcedeki anlamıyla özgür keşif ve merak duygusunu, Almandaki anlamıyla sistematik bir yaklaşımı yani metodolojiyi, Fransızcadaki anlamıyla da kanıt temelli öğrenmeyi vurgulayan zengin ve bütünsel süreç ile aslında sistematik keşif süreci kastedilmektedir. Bu 3 perspektif fen öğretiminde soruşturmanın çok katmanlı doğasını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca bilimin bir bilgi yığını değil, dinamik bir eylemler bütünü olduğu çıkarımının da yapılmasını sağlamaktadır. Aynı dilin konuşulduğu yerlerde bir fikir birliği olarak ifade edilen bu süreç, Türkçe alan yazında daha farklı bir şekilde karşımıza çıkmaktadır ve her araştırmacı adeta kendi terimini oluşturmuş gibi çalışmalarında kullanmaktadır. Nitekim Türkiye'deki akademik çalışmalarda bu kavrama yönelik "araştırma-soruşturma" (Şensoy & Yıldırım, 2017), "araştırma" (Karakoç & Ataman, 2021), "araştırma-sorgulama" (Sarioğlu vd., 2016) ve "sorgulama" (Salur & Pehlivan, 2021) gibi farklı kullanımlara rastlanmaktadır. Hem uluslararası hem de Türkçe akademik çalışmalarda gözlemlenen bu kavramsal çeşitlilik, Ulusal Fen Eğitimi Standartları kılavuzunda konuya dair bir açıklama yapılmasını gerekli kılmıştır. Bu çerçevede, "bilimsel soruşturma" (scientific inquiry) terimi, bilim insanlarının kendi çalışma alanlarında verilere istinaden açıklamalarda bulunma faaliyetlerini tanımlarken; "inquiry" kavramı ise öğrencilerin, bilim insanlarının kullandığı metotları benimseyerek ve onlar gibi davranarak bilimsel olgulara yönelik anlayışlarını geliştirmeleri sürecine işaret etmektedir (Demirbaş, 2024). Bayram (2020), söz konusu kavram etrafındaki anlam karmaşasını ve çoklu kullanımı giderme düşüncesiyle, İngilizce literatürde "inquiry" olarak geçen terimin, birebir çevirisinin ötesinde araştırma ve sorgulama faaliyetlerini de içermesi nedeniyle, Türkçe alan yazınında "soruşturma" kelimesinin kapsayıcı bir şemsiye terim olarak kullanılmasını teklif etmiştir. Bu yaklaşıma göre, Bayram'ın (2020)

belirttiği üzere "soruşturma", "araştırma" ve "sorgulama" olmak üzere iki ayrı terimi kendi bünyesinde toplamaktadır (Bkz. Şekil 1).

Şekil 1. Soruşturma temelli öğrenme



Şekil 1’de önerilen soruşturma kavramının kapsamı bu terminolojik dağınıklığı giderme adına atılan önemli bir adımdır. Nitekim soruşturma hem bilim insanlarının sistematik araştırma süreçlerini (araştırma) hem de öğrencilerin eleştirel sorgulama aktivitelerini (sorgulama) kapsar. Böylece fen eğitiminin hem disiplinler hem de pedagojik boyutlarını bütünleştirir. Bu uzlaşa yalnızca kavramsal netlik sağlamakla kalmaz, aynı zamanda öğretim programlarında ve araştırmalarda tutarlı bir dilin benimsenmesine de olanak tanır. O halde bu çalışma kapsamında da soruşturma temelli yaklaşım olarak ifade edilecek olan bu yaklaşımın hedeflerinden, düzeylerinden ve kapsamından bahsetmek yerinde olacaktır.

Soruşturma Temelli Öğretimin Kapsamı

Minner ve arkadaşlarına (2010) göre "Soruşturma" terimi, bilim eğitiminde üç ana boyutta ele alınır ve bu boyutlar, yaklaşımın felsefesini ve uygulama alanını net bir şekilde ortaya koyar:

- *Bilim İnsanlarının Yöntemleri:* Bu boyut, soruşturma temelli öğretimin temelini oluşturur ve bilim insanlarının gerçek dünyada bilgiye nasıl ulaştıklarını öğrencilere yansıtır. Öğrenciler, bu süreçte adeta bir bilim insanı gibi, merak ettikleri soruları bilimsel yöntemlerle ele alırlar. Bu, hipotez geliştirme, gözlem yapma, veri toplama ve

analiz etme, bulgulardan sonuç çıkarma ve bu sonuçları bilimsel argümanlarla destekleme becerilerini aktif olarak kullanmayı içerir. Bu sayede öğrenciler, bilimi sadece sonuçlardan ibaret bir alan olarak değil, sürekli sorgulayan ve yeni keşiflerle ilerleyen dinamik bir süreç olarak deneyimlerler.

- *Öğrenci Öğrenme Süreci:* Soruşturma temelli yaklaşımın kalbinde, öğrencinin aktif bir kâşif olarak yer aldığı bir süreç bulunur. Öğrenciler, karşılaştıkları bir fenomen ya da problemi sadece pasif bir şekilde dinlemek yerine, kendi sorularını sorarak, deneyler tasarlayarak ve çeşitli kaynakları araştırarak derinlemesine bir soruşturma yürütürler. Bu süreçte gözlem, ölçüm, değişkenleri kontrol etme ve model oluşturma gibi bilimsel süreç becerilerini kullanarak bilgiyi içselleştirirler. Bu aktif katılım, onların kavramsal anlamalarını güçlendirir ve öğrenmenin kalıcılığını artırır.
- *Öğretim Yaklaşımı:* Bu boyut, öğretmenlerin soruşturma temelli öğrenme ortamlarını nasıl tasarladıklarını ve yönettiklerini ifade eder. Öğretmenler, öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına, problemlere özgün çözümler bulmalarına ve uzun süreli keşiflere katılmalarına olanak tanıyan müfredat ve etkinlikler geliştirirler. Bu süreçte öğretmen, bilginin doğrudan aktarıcısı olmaktan ziyade, öğrencinin merakını besleyen, araştırmalarına rehberlik eden ve düşüncelerini derinleştirmesine yardımcı olan bir kolaylaştırıcı rolü üstlenir. Bu pedagojik yaklaşım, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine zemin hazırlar.

Soruşturma Temelli Yaklaşımın Hedefleri ve Düzeyleri

Soruşturma odaklı bir öğrenme anlayışı, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerinin sorumluluğunu üstlenerek edindikleri bilgileri günlük yaşamlarıyla bütünleştirdiği ve bu yolla yaparak-yaşayarak deneyimler aracılığıyla yeni bilgiler inşa ettiği süreçleri temel alır. Söz konusu bu öğrenme deneyimleri, bilimsel süreç becerileri temel alınarak düzenlenir. Bu doğrultuda, öğrencilerin belirli bir problem durumu çevresinde sorular formüle etmesi, bilgiye ulaşmak için araştırmalar yapması, olası çözüm yolları (hipotezler) geliştirerek bu öngörülerini sınaması ve nihayetinde elde ettikleri bulgular çerçevesinde bilgiyi anlamlandırması ve içselleştirmesi prensibine dayanır. Soruşturma temelli yaklaşım, öğrencilerin “gerçekliği aktif ve bireysel biçimde kavraması” yoluyla bilgi, beceri ve tutum geliştirmesini hedefler (Dostál, 2015). Böylece öğrenme, öğretmenin aktardığı içerikten ziyade öğrencinin kendi araştırma eylemleri aracılığıyla inşa ettiği kalıcı değişikliklere dönüşür (Demirbaş, 2024). Bu yaklaşım yalnızca bilimsel süreç becerilerini değil, aynı zamanda 21. yy. becerileri olarak kabul edilen problem çözme, yaratıcılık ve karar verme gibi üst düzey bilişsel becerileri de besler (Atun & Bayram, 2020; Dostál, 2015). Bu noktada, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerinde ne kadar sorumluluk alacağı, öğretmenlerin bu sorumluluğu hangi düzeyde devredeceği ya da öğrenme yükünün tamamen öğrenciye mi ait olacağı gibi sorular önem kazanmaktadır. Colburn (2000), bu türden sorgulamalara, öğrencilere tanınacak özerklik seviyesini temel alarak geliştirdiği soruşturma düzeyleri kavramıyla bir yanıt sunmuştur. Colburn'e (2000) göre, soruşturmanın üç temel seviyesi mevcuttur: yapılandırılmış soruşturma, rehberli (yönlendirilmiş) soruşturma ve açık (bağımsız) soruşturma. Eğitimciler, derslerinde ele alacakları konunun yapısına ve hedeflerine uygun olarak bu soruşturma düzeylerinden birini tercih etme esnekliğine sahiptir.

Şekil 2. Colburn'a (2000) göre soruşturma düzeyleri



Yapılandırılmış Soruşturma: Bu soruşturma tipi, sıklıkla "yemek kitabı" (cookbook) benzetmesiyle anılan, belirli yönergeleri takip etmeyi gerektiren etkinliklere benzer bir yapı sergiler. Bu süreçte, öğretmen rehber konumundadır; öğrencilere üzerinde çalışacakları bir sorun veya görev sunulur ve bu sorunu çözmek için izlenecek adımlar da öğretmen tarafından sağlanır. Ancak, araştırmanın nihai sonuçları veya varılacak kesin cevaplar öğrencilere önceden bildirilmez.

Rehberli Soruşturma: Bu soruşturma düzeyinde ise öğretmen, öğrencilere yine bir problem durumu ya da üzerinde çalışmaları gereken bir direktif sunar. Fakat yapılandırılmış soruşturmadan farklı olarak, bu problemin çözümüne yönelik izlenecek spesifik adımlar veya yöntemler öğrencilere aktarılmaz. Bu senaryoda, öğrencilerin kendilerine sunulan problemi kavramaları, bu probleme yönelik çözüm stratejileri geliştirmeleri ve nihayetinde problemi kendi çabalarıyla çözmeleri beklenir.

Açık Soruşturma: Diğer soruşturma biçimlerinden ayrılan bu tür, öğrencinin sürece tam anlamıyla odaklanmasını ve çözüme kavuşturmak istediği sorunu bizzat kendisinin tanımlamasını esas alır. Açık soruşturma, bilimsel araştırma yapma pratiğiyle büyük ölçüde örtüşür. Bu yaklaşımda öğrenciler, bir bilim insanı edasıyla hareket ederek ele almak istedikleri araştırma problemini kendileri saptarlar. Dolayısıyla, öğrenme sorumluluğunun tamamen kendilerinde olduğu bu durumda öğrenciler, keşif süreçlerinde önemli bir özerkliğe sahip olurlar.

Şekil 3. Banchi ve Bell'e (2008) göre soruşturma düzeyleri



Banchi ve Bell (2008), Colburn'un (2000) üç düzeyli soruşturma çerçevesini genişleterek dördümlü bir gelişim dizisine dönüştürürken iki eleştirel boşluğu da doldurmuşlardır. İlk olarak Colburn'un *Yapılandırılmış* kategorisi altında bir arada duran “hazır prosedür–kanıt doğrulama” etkinlikleri ile “soru ve yöntemin verildiği ama sonucun belirsiz bırakıldığı” etkinlikleri birbirinden ayırırlar; böylece *Doğrulayıcı (confirmatory)* basamağı, öğrencinin temel laboratuvar güvenliği ve ölçüm becerilerini pekiştirdiği ön-alıştırma işlevi kazanır. İkinci olarak, Colburn'un modeli daha çok “Öğrenciye ne kadar özgürlük verilir?” sorusuna odaklanırken, Banchi ve Bell pedagojik ilerlemeyi ölçme, açıklama, tasarım ve yaratıcı problem kurma gibi kademeli bilişsel ve stratejik beceri gelişimi doğrultusunda ayrıntılandırır. Bu sayede öğretmenin rehberliğini çekme süreci somut basamaklara indirgenir. Öğrencinin hazır bulunuşluğu ile sınıfın zaman kısıtlamaları arasında ince ayar yapılabilir. Basamakların bu şekilde geliştirilmesi, öğrenme sürecini hazırlıktan bağımsızlığa doğru giderken daha somut hale getirir ve öğretmenlere, her düzeyde hangi bilimsel süreç becerilerinin hedeflenmesi gerektiğine dair bir yol sunar.

Dostál (2015) soruşturma basamaklarını pedagojik bağlamda derinleştirerek, araştırmacının bağımsızlığının ve epistemik sorumluluğunun giderek arttığı bir dizi olarak ifade etmiştir. Colburn'un (2000) üçlü modelinde sadece sonucu doğrulayan etkinlikler ile yöntemin verildiği ancak sonucun bilinmediği etkinlikler aynı basamakta bulunmaktadır. Bu durum, yemek tarifi (cookbook) denen eleştirinin, yani öğrencinin veri toplamasına karşın veriye dayalı akıl yürütme yapmamasını açıklayamaz. Banchi

ve Bell'in (2008) modelinin bu boşluğu açıklaması, modelin daha kapsamlı olmasını sağlamıştır. Doğrulayıcı soruşturmada öğrenci, bilinen bir sonucu doğrularken, yapılandırılmış soruşturmada aynı soruyu ve yöntemi koruyup sonucu belirsiz bırakarak öğrenciyi kanıtları yorumlamaya ve açıklama inşa etmeye iter. Dostál (2015), bu ikinci basamağın veri toplamaktan çıkarım yapmaya geçişi sağlayan bilişsel bir köprü görevi gördüğünü söyler.

Tüm bu bilgiler ışığında, yapılandırılmış soruşturmadan açık soruşturmaya doğru gidildikçe öğrenci merkezlilik artarken öğretmen merkezlilik azalır. Bu sayede öğrenciler, açık soruşturma yaparken bilim insanı gibi davranır, bilimsel süreç becerilerini kazanır ve problem çözme, yaratıcılık gibi 21.yy. becerilerine sahip olur. Tablo 1, Colburn, Banchi & Bell ve Dostál gibi araştırmacıların katkılarıyla zenginleşen ve evrilen soruşturma temelli öğrenme düzeylerini sistematik bir biçimde ortaya koymaktadır. Öğrenci özerkliğinin ve bilişsel yükün en az olduğu *doğrulayıcı soruşturmadan* başlayarak, *yapılandırılmış soruşturma* ile yorumlama ve çıkarım becerilerini sürece dahil edip, *rehberli soruşturmada* yöntem geliştirme ve stratejik karar verme sorumluluğunu öğrenciye devrederek, ve nihayetinde *açık soruşturmada* problemin oluşturulmasından sonuçların savunulmasına kadar tüm sürecin öğrenci tarafından yönetildiği, her bir düzeyin özgün pedagojik gerekçelerle desteklendiği ve öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, eleştirel düşünme yetilerini ve bağımsız araştırma yapma kapasitelerini aşamalı olarak geliştirmeyi hedefleyen kapsamlı bir model sunmaktadır.

Tablo 1. Soruşturma temelli öğrenme düzeylerine ilişkin farklı sınıflandırmalar ve pedagojik gerekçeler

Colbur'un (2000) 3 düzeyli şeması	Banchi & Bell'in (2008) 4 düzeyli şeması	Dostál'in (2015) açıklamaları	Pedagojik gerekçe
Yapılandırılmış Soruşturma Öğretmen problemi, yöntemi ve adımları verir.	Doğrulayıcı Soruşturma Problemin, yöntemin ve beklenen sonucun tümü verilir.	Öğrenci yalnızca sonucu doğrular; odak noktası ölçme, gözlem ve güvenlik protokollerinin doğru uygulanmasıdır.	"Yemek tarifi (Cookbook)" eleştirisi: Analitik akıl yürütme yok, sadece doğrulama.
	Yapılandırılmış Soruşturma Problemin ve yöntemin verildiği, sonucun belirsiz bırakıldığı durum.	Öğrenci verileri toplar, kanıta dayalı açıklama geliştirir; doğrulayıcı ile rehberli soruşturma arasındaki bilişsel geçiş merdiveni işlevi görür.	Colburn şemasındaki boşluğu giderir; yorumlama– çıkarım becerilerini modele dahil eder.
Rehberli Soruşturma Öğretmen problemi verir, yöntem öğrencide	Rehberli Soruşturma Yalnızca problem verilir; yöntem, veri analizi ve savunma öğrencinin sorumluluğundadır	Araştırma tasarımı, değişken seçimi ve gerekçelendirme sorumluluğu öğrenciye geçer.	Öğretmen geri çekilir; stratejik karar verme becerileri geliştirilir ve öğrenciyi açık soruşturmaya hazırlar.
Açık Soruşturma Problem, yöntem ve sonuç öğrencide	Açık Soruşturma Problem Formülasyonu, yöntem tasarımı ve analiz tamamen öğrenciye aittir.	Öğrenci bilim insanı yaklaşımıyla araştırma yürütür; yaratıcılık, öz-düzenleme ve disiplinlerarası bağlantı kurma en üst düzeydedir.	Yüksek zaman ve kaynak gerektirir; öğrenci hazırbulunuş-luğu ve öğretmen rehberliği büyük önem taşır.

Soruşturma Temelli Öğretimin Önündeki Engeller

Soruşturma temelli öğretim de dahil olmak üzere fen öğretiminde kullanılan tüm yöntemlerin başarılı olması için mali kaynak, fiziksel altyapı (uygun materyaller, ekipman ve öğrenme alanları), teknolojik donanım ve bilgi kaynaklarına (kitaplar, dijital veri tabanları) ulaşım imkânı gibi temel unsurlara ihtiyaç vardır (Harlen, 2021). Bu temel unsurlardaki eksiklikler fen öğretiminin hedeflerine ulaşmasını engeller. Soruşturma temelli öğretimin önündeki engeller alan yazında şöyle açıklanmıştır:

Harlen (2021), öğretmenlerin genellikle kapsamlı müfredatları yetiştirme baskısı altında olduğunu ve soruşturma temelli yaklaşımların zaman alıcı doğasının bu baskıyla çeliştiğini belirtir. Öğrencilerin problem üzerinde düşünebilmeleri, hipotezler kurmaları ve bunları test etmeleri için yeterli zamanın ayrılamaması, soruşturma temelli öğretimin yüzeysel bir uygulamayla sınırlı kalmasına neden olabilir.

Öğretmenlerin soruşturma temelli öğretimi etkili bir şekilde uygulayabilmeleri için sürekli, uygulamaya dönük ve işbirlikçi mesleki gelişim fırsatlarına ihtiyaçları vardır. Harlen (2021), okulların ve eğitim sistemlerinin öğretmenlere bu konuda yeterli ve kaliteli destek, mentorluk ve kaynak sağlamamasının önemli bir engel olduğunu vurgulamaktadır. Öğretmenler aynı zamanda sınıf içindeki otoritelerinin soruşturma temelli öğretim kullanılan bir sınıf ortamında sarsılacağını düşünebilir. Soruşturma temelli öğretim, öğrencilerin daha aktif olduğu, hareket ettiğı ve kendi öğrenme yollarını keşfettiğı bir ortam gerektirir. Bu durum da bazı öğretmenler için sınıf yönetimi konusunda belirsizlik ve kaygı yaratabilir (Roehrig & Luft, 2004).

Wallace ve Kang (2004) ise bu duruma eğitim yönetimi kısmından bakarak; okul yöneticilerinin soruşturma temelli öğretime yönelik vizyon eksikliği, yetersiz destek sağlaması ve öğretmenlere

gerekli özerkliği tanımaması gibi sebeplerin bu yaklaşımın yaygınlaşmasının önünde önemli bir engel olduğunu söylemişlerdir.

Fakat soruşturma temelli öğretimin önündeki en büyük engel, kalıplaşmış geleneksel öğretim yaklaşımı olan okul kültürüdür. Geleneksel öğretim yöntemlerinin hâkim olduğu, işbirliğine ve risk almaya açık olmayan bir okul kültürü, soruşturma temelli öğretimin benimsenmesini zorlaştırabilir. Geleneksel öğretim yöntemlerinin hâkim olduğu, öğretmenlerin genellikle izole çalıştığı bir okul yapısı (Lortie, 1975), işbirliğine ve risk almaya dayalı soruşturma temelli öğretimin benimsenmesini zorlaştırabilir. Bu tür bir kültür, yenilikçi pedagojilerin uygulanmasını engelleyen güçlü bir olumsuzluk yaratır (Fullan, 2015)

Colburn (2000), "soruşturma" (inquiry) yönteminin Fen Bilimleri öğretimi açısından bu denli önemli kabul edilmesine rağmen öğretmenlerce neden yaygın olarak kullanılmadığı sorusunu gündeme getirmiştir. Bu durumu irdeleyen Colburn, öğretmenlerin soruşturma temelli öğretimi derslerine entegre etmemelerinin ardındaki bazı sebepleri şu şekilde sıralamıştır; "inquiry" teriminin farklı şekillerde yorumlanması, bu metodun yalnızca üstün zekâya sahip öğrencilere uygun olduğuna dair yanlış kanı, öğretmenlerin bu öğretim tekniğine yönelik kendilerini yetersiz hissetmeleri ve mevcut ön yargıları, ayrıca soruşturma temelli öğretimin tipik sınıf koşullarında uygulanamaz olduğuna dair düşüncelerdir. Colburn'un bu sorgulaması, günümüz akademik çalışmalarında da benzer bulgularla desteklenmektedir. Nitekim mevcut araştırmalar, öğretmenlerin soruşturma temelli yaklaşımlara karşı olumsuz bir bakış açısına sahip olabildiğini, bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ve yöntemin daha ziyade özel yetenekli öğrencilere yönelik olduğuna inandıklarını göstermektedir (Arslan vd., 2014; Bayram, 2020; Öztürk & Demir, 2023). Bu tespitlerden hareketle Bayram (2020), öğretmenlerin soruşturma temelli yaklaşımları kullanma konusundaki çekincelerini göz önünde bulundurarak, daha

"esnek" bir sınıf atmosferini teşvik eden "esnek soruşturma temelli öğretim (ESTÖ)" modelini akademik literatüre kazandırmıştır.

Esnek Soruşturma Temelli Öğretim (ESTÖ)

Bayram (2020) tarafından geliştirilen Esnek Soruşturma Temelli Öğretim (ESTÖ) modeli, en temel anlamıyla, "bilimin özünü ve bilim insanlarının bilimsel bilgi üretirken izledikleri metodolojik aşamaları referans alan bir öğrenme ve öğretme metodolojisi" olarak betimlenmektedir. ESTÖ'nün merkezinde araştırma ve sorgulama pratikleri yer alır. Bu çerçevede sorgulama, bireyin mevcut bilgi birikimini harekete geçirdiği bir ön hazırlık evresi olarak görülürken; araştırma, sorgulama ile ulaşılan bilgilerin yetersiz kaldığı durumlarda bu eksiklikleri gidermeye yönelik bir faaliyetler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bayram'a göre bu model, öğrenme ortamlarında yaşanabilecek potansiyel zorluklar ve engeller hesaba katılarak tasarlanmış olup, fen bilimlerinin çeşitli konu başlıklarında rahatlıkla kullanılabilme özelliğine sahiptir.

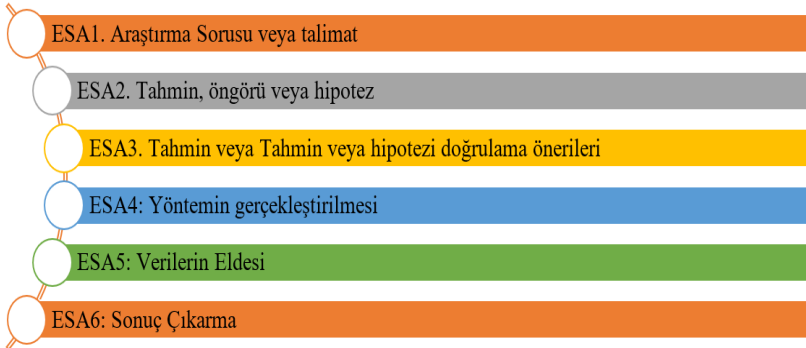
- *Esnek Soruşturmanın Amacı:* Bu kavram, öğretim müfredatında yer alan öğrenme çıktıları (kazanımlar) gözetilerek, esnek soruşturma sürecinin tamamında ya da bitiminde öğrencinin edinmesi amaçlanan bilgi, beceri veya tutumları ifade eder. Dolayısıyla, tasarlanan her bir esnek soruşturma etkinliğinin kendine mahsus bir hedefi bulunmaktadır.
- *İfade Seviyeleri:* Kurgulanan bir esnek soruşturma etkinliğinin belirlenen hedefine ne derece ulaştığını değerlendirebilmek için anlatım düzeylerine başvurulur. Bu düzeyler, öğrencilerin öğrenmelerini yazılı, sözlü veya gözlemlenebilir davranışlar aracılığıyla sergilemeleri şeklinde ortaya çıkabilir.

- *Görevler ve Görev Dizisi:* Bunlar, öğrencinin gerçekleştirmesi beklenen ve bilimsel düşünme ile süreç becerilerini içeren faaliyetler dizisidir. Bu aşamanın temel amacı, öğrencileri bilimsel araştırma sürecine aktif olarak dahil ederek, onların bir bilim insanı gibi çalışmalarını sağlamaktır. Görevler, ulaşmak istenen hedefe yönelik sorumluluğun hangi tarafta (öğretmen veya öğrenci) olduğunu belirginleştirmek amacıyla altı ana kategoriye ayrılır. Bu kategoriler şunlardır: görevin maksadının ve tanımının yapılması (Ga), görevin planlanması (Gt), görevin icra edilmesi (Gg), çıkarımlarda bulunma (Gs) ve doğrulama/teyit etme (Go).

Esnek Soruşturmanın Aşamaları (ESA): ESTÖ Dizisi

Daha önce de değinildiği üzere, Esnek Soruşturma Temelli Öğretim (ESTÖ) Dizisi, ESA1'den ESA6'ya kadar uzanan ve bilimsel süreç becerilerini kapsayan bir dizi ardışık aşamadan meydana gelir.

Şekil 4. ESTÖ dizisi



- **ESA1:** Bu ilk aşamada, öğrenciye üzerinde araştırma yapabileceği bir problem durumu veya bir yönerge sunulur, onun araştırma sürecine yönelmesi teşvik edilir.
- **ESA2:** Öğrencilerden, kendilerine sunulan araştırma problemi veya yönergeye dair kendi anlayışlarını ve ilk düşüncelerini dile getirmeleri beklenir. Bu evre, öğrencinin konuyu nasıl algıladığını ortaya koyması açısından önemlidir ve bu sayede olası kavram yanlışlarının tespit edilmesine olanak tanır.
- **ESA3:** Bu aşamada öğrenciler, önceki aşamada belirttikleri tahminleri, öngörülerini veya hipotezleri nasıl test edebileceklerine veya doğrulayabileceklerine dair çeşitli yöntemler önerirler. Temel gaye, öğrenciye doğru bilgiye erişim yollarını göstermektir. Örneğin, bir öğrenci doğrulama yöntemi olarak "öğretmene danışırım" veya "ders kitabını incelerim" gibi öneriler sunabilir.
- **ESA4:** Öğrencilerin, ESA3'te sundukları doğrulama önerilerini hayata geçirdikleri aşamadır. Şayet öğrenci "öğretmene danışırım" demişse, bu aşamada problemin çözümü için öğretmeniyle iletişim kurmalıdır.
- **ESA5:** Öğrencinin, belirlediği doğrulama yöntemi aracılığıyla ilgili bilgiye ulaştığı kısımdır.
- **ESA6:** Bu son aşamada, ESA2'de formüle edilen hipotez veya ilk düşünceler, ESA5'te elde edilen veriler ışığında değerlendirilir ve problem için bir sonuca varılır. ESA6, diğer aşamalardan farklı olarak "kurumsallaştırma" ve "yapılandırma" süreçlerini de içerir. Yapılandırma, daha önce üzerinde çalışılmamış ve dolayısıyla sonuçları önceden bilinmeyen özgün araştırmaların yürütülerek bir sonuca ulaşılmasını ifade eder. Kurumsallaştırma ise, bilim dünyasında daha önce gerçekleştirilmiş ve sonuçları bilinen

Çalışmaların ğrenciler tarafından tekrar edilerek mevcut bilimsel bilgilerle pekiştirilmesini amaçlar.

Peki, ESTÖ modelinin "esneklik" zelliği tam olarak nerede devreye girmektedir? ESTÖ, daha önce belirtildiği gibi, farklı görev ve sorumluluk dağılımı seçenekleri sunan aşamalar içerir. Örneğin, yetersiz materyal veya kısıtlı zaman gibi olumsuz koşullarda, normalde "ğrencinin sorumluluğunda olan bir görevin" yerine getirilmesi zorlaştığında, ğretmen devreye girerek bu sorumluluğu geçici olarak üstlenebilir. Bu şekilde ğretmen, öğrenciye çözüm yolunda rehberlik ederek ve destek sağlayarak sürece müdahale eder. Bu tür bir yaklaşım, ğretmen ile ğrenci arasında etkili bir iş birliği ortamı yaratarak öğrenme sürecini daha üretken kılar. Aynı zamanda, öğrencinin kendi potansiyelini en st seviyede kullanmasına imkân tanır ve öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik eder. Sonuç olarak, bağımsız düşünebilme yetisi gelişen öğrencinin problem çözme kapasitesi de olumlu yönde etkilenir.

Soruşturmanın Doygunluğu Kavramı

Minner, Levy ve Century'nin (2010) geliştirdiği *soruşturma doygunluğu (inquiry saturation)* kavramı, bir öğrencinin sorgulamaya dayalı bir ğretim yaklaşımı kullanarak öğrenebileceği her şeyin nicel bir bakış açısıyla ifade edilmesidir. Soruşturma doygunluğu öğrencilerin (1) *aktif düşünme*, (2) *ğrenme sorumluluğu* ve (3) *motivasyon* gibi aktif bileşenler üzerindeki vurgularına verilen puanlarının toplamı ile elde edilen bir ve standartlaştırılan bir puandır. Her bir bileşenenden alınan puanlar toplanarak ölçekte maksimum 44 puana ulaşılmıştır. Bu bileşenler için öğrenciler “hiç vurgu yok” için 0, “biraz vurgu var” iin 2 ve “ok vurgu var” iin 4 puan alabilmektedir. Bu ölçekten alınan yüksek puanlar, öğrencilerin kendileri için ğretim müdahalelerinin tasarlandığı daha derin bir sorgulama odağı aralığını deneyimleme

olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir (Minner, Levy & Century, 2010).

Bu bölümün ilk kısımlarında da bahsettiğimiz üzere Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NRC, 2000) etkili fen öğretiminde öğrencilerin bilimsel soruşturma, kanıta dayalı açıklama oluşturma, hipotez kurma ve sonuçları tartışmaya maruz bırakılması gerektiğinin altını çizmektedir. Bu bağlamda soruşturma doaygunluğu, uygulama ile öğrencilerin beklenen katılım ve düşünme düzeyleri arasındaki dengeyi ölçmek için kullanılan bir kavramdır. Sorgulama doaygunluğu, bilimsel soruşturmanın yapıldığı eğitim ortamlarında uygulanan stratejilerin başarısını belirlemek için kullanılması gereken bir ölçüt olarak ifade edilebilir.

Etkili bir soruşturma temelli öğretim, öğretmen rehberliğinde öğrencilerin aktif düşünme süreçlerini teşvik eder (Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Bu durumda soruşturma doaygunluğu sadece öğrencilere sunulan sınırsız keşfin etkisini değil, uygulanan stratejinin sistematik rehberlik içermeye derecesini de ölçerek kapsamlı bir sonuç elde edilmesini sağlar. Bu şekilde yüksek soruşturma doaygunluğuna sahip öğretim müdahaleleri hem aktif öğrenci sorgulamasını hem de kontrollü uygun talimatlar konusunda öğretmen rehberliğini içerir.

Sonuç olarak soruşturma doaygunluğu, bir dersin veya müfredatın soruşturmaya dayalı öğrenme kavramlarını ve süreçlerini ne kadar iyi benimsediğini değerlendirmeye yarayan kapsamlı bir ölçüttür. Bu puanlama yaklaşımı çeşitli öğretim yaklaşımları arasındaki ayrımları netleştirdiği için, kavramsal öğrenmeyi geliştirmek ve bilimsel sürecin her aşamasına dahil olmak için hangi taktiklerin en iyi olduğunu belirlemede çok önemlidir.

Soruşturma Temelli Öğretimin Etkili Olduğu Değişkenler

21.yy. eğitim paradigmaları öğrencilerin ezberci zihniyetten uzaklaşarak, bilgiyi özümseyen, eleştirel düşünen, problem çözen ve yaşam boyu öğrenme becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesini hedeflemektedir (P21, 2019; Wagner, 2012). OECD (2018) tarafından sunulan "Eğitim 2030" çerçevesi de bu dönüşümü destekleyerek öğrencilerin sadece akademik bilgiye değil, aynı zamanda sosyal, duygusal ve meta-bilişsel becerilere de sahip olmaları gerektiğini vurgular. Türkiye'de de bu yaklaşım, Millî Eğitim Bakanlığı'nın öğretim programı güncellemelerine yansımış; ezberci anlayış yerine yapılandırmacı bir yaklaşımla öğrencilerin yaşam boyu öğrenme becerilerini kazanmaları temel amaç olarak belirlenmiştir (MEB, 2018; Odabaşı, 2009). Bu bağlamda günümüz eğitim sistemi, öğretmenin merkezde olduğu içerik odaklı bir modelden, öğrencinin merkezde olduğu beceri ve yetkinlik odaklı bir modele dönüşmektedir. Bu hedeflere ulaşmada en güçlü pedagojik yaklaşımlardan biri şüphesizdir ki soruşturma temelli öğretimdir. Bu bağlamda bu bölümün temel amacı, soruşturma temelli öğretimin öğrenme üzerindeki etkilerini inceleyerek alan yazını taramak ve okuyucularına sistematik bir veri sunmaktır.

Soruşturma temelli yaklaşım üzerine en belirgin etkilerin gözlemlendiği alan bilişsel alan üzerinedir. Çoğu zaman alan uzmanları geleneksel öğretim yöntemleriyle soruşturma temelli öğretim yaklaşımını kıyaslayarak soruşturma temelli öğretimin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine etki ederek akademik başarılarını artırdığını, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin de bu doğrultuda artmış olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

- Akademik Başarı ve Kavramsal Anlama

Soruşturma temelli öğretimin öğrenci çıktıları üzerindeki etkilerinden biri, akademik başarı ve özellikle de kavramsal anlama

üzerindeki etkisidir. Geleneksel öğretim yöntemleri, öğrencilerin bilgileri hatırlama becerilerini ölçmede başarılı olabilirken, soruşturma temelli öğretimin temel gücü, bilginin ezberlenmesinin ötesine geçerek anlamlı bir öğrenme sağlamasında yatmaktadır. Bu iddia, çok sayıda bireysel çalışma ve bu çalışmaları sentezleyen kapsamlı meta-analizlerle desteklenmektedir.

Örneğin Minner ve arkadaşları (2010), 1984-2002 yılları arasında yayınlanan 138 çalışmayı inceleyerek kapsamlı meta-analiz çalışması yapmışlardır. Bu meta analiz sonucunda en az bir bileşeni “soruşturma” olan öğretim yaklaşımlarının (öğrenci aktif düşünerek veri ile meşguldür ve veri setinin sonuçları ile kıyaslama yapabilir durumu) geleneksel anlatıma dayalı öğretime kıyasla öğrencilerin kavramsal anlayışlarını geliştirmede etkili olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Benzer şekilde Furtak ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir başka meta-analizde, fen eğitiminde farklı soruşturma temelli öğretim uygulamaları karşılaştırılmıştır. Bu çalışma, soruşturma temelli öğretimin "her derde deva" bir yaklaşım olmadığını ancak doğru şekilde yapılandırıldığında son derece etkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, öğretmenin süreci rehberlikle desteklediği "rehberli soruşturma" modelinin, hem tamamen öğrenciye bırakılan açık soruşturmadan hem de geleneksel öğretimden daha tutarlı başarı sonuçları ürettiğini bulmuşlardır. Bu bulgu soruşturma temelli öğretimin başarısının, öğrencilere sunulan rehberliğin kalitesine ne denli bağlı olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

Alan yazında var olan diğer çalışmalara bakıldığında, soruşturma temelli öğretimin fen bilimleri dersi özelinde öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin araştırıldığı çalışmada (Bilir & Özkan, 2018) veri toplama aracı olarak başarı testi kullanılmış ve aynı zamanda öğrencilerle ders süreci sonunda

görüşmeler yapılmıştır. Nitel verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin derse olan ilgisinin arttığı tespit edilirken nicel verilerin analizinde ise öğrencilerin son test puanlarındaki farkın ilk test puanlarına göre yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Aynı zamanda soruşturma temelli öğretimin kavramsal anlamayı artırmasının altında öğrenciler, bilgiyi pasif bir şekilde almak yerine, kendi soruları ve deneyimleri aracılığıyla aktif olarak inşa ederler bu durum da yapılandırmacı öğrenme teorisine uygun ve destekleyici niteliktedir. Bu süreçte, mevcut zihinsel şemalarıyla yeni bilgiyi bütünleştirmeye çalışırken, sahip oldukları kavram yanlışları ile yüzleşirler. Örneğin Sarioğlu ve Abacı'nın (2017) soruşturma temelli öğretimin beşinci sınıf “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesinde yer alan lamba parlaklığı üzerindeki etkisini araştırırken öğrencilerin mevcut yanlış kavramlarını fark etmiş ve soruşturma temelli öğretim ile tasarlanan eğitimde öğrencilerin yanlış kavramalarının görülme sıklığının azaldığını fark etmişlerdir.

Alan yazında akademik başarı üzerine yapılan diğer çalışmalara bakıldığında, Öztürk ve Demir (2023), Türk araştırmacılar tarafından Türkiye’de yürütülmüş 2010-2022 yılları arasında yazılmış tez ve makaleleri meta-sentez yöntemiyle inceleyerek literatürde nasıl bir eğilimin olduğunu ortaya çıkarmak istemiştir. Türkiye’de soruşturma temelli öğretim yaklaşımı üzerine yapılan çalışmaların genellikle bilimsel süreç becerilerini, fen bilimlerine yönelik tutumları, kavramsal anlamaları ve akademik başarıları üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Diğer bir çalışma olan Yılmaz ve Öztürk (2021), ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerine uygulanan bilimsel sorgulamaya yönelik uygulamaların öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik akademik başarısına etkisi ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen ile ölçülmüştür. Çalışmanın bağımlı değişkeni öğrencilerin fen bilimleri dersindeki akademik başarıları iken

bağımsız değişkeni ise uygulanan öğretim yöntemi olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada, bilimsel sorgulamaya dayalı öğretim yöntemi uygulamaları ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarının artmasında etkili olmuştur.

Alan yazındaki kanıtlar tutarlı bir şekilde göstermektedir ki, soruşturma temelli öğretim sadece kısa süreli sınav başarılarını hedefleyen bir yaklaşım değildir. Aksine, öğrencilerin kavramları birbiriyle ilişkilendirerek kalıcı bir anlayış geliştirmelerini, kavram yanlışlarını düzeltmelerini sağlayan güçlü bir pedagojik yaklaşımdır. Bu nedenle, akademik başarı soruşturma temelli öğretim bağlamında ele alındığında, öğrenmenin niteliğindeki köklü bir dönüşüm olarak yorumlanmalıdır.

- Bilimsel Süreç ve Problem Çözme Becerileri

Soruşturma temelli öğretim doğası gereği, öğrencileri bilginin aktif üreticileri konumuna taşıdığı için, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerinin gelişimi için son derece önemlidir. Bu yaklaşım, öğrencilere sadece bilimsel olguları öğretmekle kalmaz, onlara bir bilim insanı rolü vererek bilim insanlarının bilim yaparken kullandıkları basamakları deneyimleme fırsatı da tanır. Soruşturma temelli öğretimin bu alandaki etkisi, geleneksel yemek tarifi tipi laboratuvar etkinliklerinden temelden ayrılmasında yatmaktadır. Geleneksel yaklaşımda öğrenci, önceden belirlenmiş adımları mekanik olarak izleyerek beklenen sonuca ulaşmaya çalışırken, soruşturma temelli öğretimde öğrenci sürecin merkezindedir; soruyu soran, süreci tasarlayan ve sonuçları yorumlayan bizzat kendisidir.

Amerika Ulusal Araştırma Konseyi'nin (NRC, 2000) de belirttiği gibi, soruşturma sürecinde öğrenciler, bilimin nasıl işlediğinin farkına varmak ve bilim okuryazarı birey olabilmeleri için bu süreç içerisinde aktif rol oynamalıdır. Soruşturma temelli öğretim ortamında öğrenciler aşağıdaki becerileri kazanır:

- Gözlem ve Soru Sorma: Sadece öğretmenin sunduğu bilgiyi dinlemek yerine, bir olayı veya senaryoyu gözlemleyerek merak duygularını geliştirirler ve soru sorarlar.
- Hipotez Kurma ve Değişken Belirleme: Kendi sorularına dayalı olarak test edilebilir öngörüler (hipotezler) geliştirirler. Bu hipotezi test etmek için hangi faktörlerin sabit tutulması (kontrol değişkeni), hangisinin değiştirilmesi (bağımsız değişken) ve hangisinin ölçülmesi (bağımlı değişken) gerektiğine karar vererek, bilimsel düşüncenin en temel mantığını içselleştirirler (Zion vd., 2004).
- Deney Tasarlama ve Veri Toplama: Önceden var olan hazır bir deney düzeneğini kullanmak yerine, hipotezlerini test edecek özgün bir deney süreci tasarlarlar. Bu süreç, onların yaratıcılıklarını ve analitik düşünme becerilerini geliştirir.
- Veri Analizi ve Yorumlama: Elde ettikleri verileri anlamlı hale getirmek için tablolar, grafikler oluşturur ve bu verilerdeki desenleri ve ilişkileri ararlar. Bu aşama, öğrencilerin veriye dayalı kanıtla düşünme alışkanlığı kazanmalarını sağlar.

Yukarıda daha önce de bahsedilen Minner, Levy ve Century'nin (2010) meta-analiz çalışması, öğrencilerin veriyle aktif olarak meşgul olduğu ve kendi sonuçlarını çıkardığı öğretim modellerinin, bilimsel süreç becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemlerden daha üstün olduğunu ortaya çıkarmıştır.

- Eleştirel Düşünme ve Üstbilişsel Beceriler

Eleştirel düşünme; analiz, sentez, değerlendirme gibi bilişsel süreçleri kullanarak bilgiyi aktif bir şekilde sorgulama yeteneği olarak tanımlanabilir. Bu durumda, soruşturma temelli öğretim öğrencileri birer eleştirmen ve değerlendirci rolüne sokar. Bu süreç, öğrencileri sunulan bilgiyi, bir veriyi veya bir iddiayı sorgusuzca

kabul etmek yerine, onun geçerliliğini ve güvenilirliğini kanıta dayalı olarak test etmeye teşvik eder.

Soruşturma temelli öğretimin eleştirel düşünmeyi desteklemesinin merkezinde argümantasyon süreci yatmaktadır. Öğrenciler, soruşturma sürecinde elde ettikleri bulguları doğrudan kabul etmeyerek bu bulguları bir "iddia" (claim) olarak değerlendirmeli, iddiayı topladıkları "kanıtlar" (evidence) ile desteklemeli ve kanıtların iddiayı neden desteklediğini "gerekçeler" (reasoning) ile açıklamak zorunda kalırlar. Bu süreç ise argümanlarındaki veya başkalarının argümanlarındaki zayıf noktaları tespit etmelerini gerektirerek eleştirel olmalarını sağlar. Sampson ve Clark (2008), argümantasyon odaklı etkinliklerin, öğrencilerin hem bilimsel içeriği daha derinlemesine anlamalarını hem de bilimsel bilginin de değişebileceğine yönelik epistemolojik bir anlayış geliştirmelerini sağladığını belirtmektedir.

Üstbiliş ise en basit tanımıyla "kişinin kendi düşünme süreçleri hakkındaki farkındalığı ve bu süreçleri yönetme becerisi" (Özsoy, 2008) olarak ifade edilebilir. Bu beceri; planlama ("Bu problemi çözmek için hangi adımları izlemeliyim?"), izleme ("Bu strateji işe yarıyor mu? Anlıyor muyum?") ve değerlendirme ("Sonucum mantıklı mı? Ne öğrendim? Bir dahaki sefere neyi farklı yapabilirim?") gibi alt bileşenleri içerir (Flavell,1979).

Soruşturma temelli öğretimin doğası, üstbilişsel becerilerin gelişimi için doğal bir süreç görevindedir. Öğretmenin tüm adımları dikte ettiği "yemek tarifi" etkinliklerinin aksine ki tüm cevapların ve adımların verildiği etkinliklerin "soruşturma" olmadığı (NRC, 2000) vurgusu da dikkate alındığında soruşturma temelli öğretimde öğrenciler kendi öğrenme yollarını çizmek zorundadır. Bu durum, onları kendi öğrenme süreçlerinin sorumluluğunu almaya iter. Bu noktada öğretmenin rolü, bilgi aktarmaktan çok, doğru sorularla öğrencilerin üstbilişsel düşüncelerini sağlayan rehber konumudur.

"Neden, nasıl ve niçin?" soru kalıplarını içeren yapılar öğrencileri kendi düşünceleri üzerine düşünmelerini sağlar.

Sonuç olarak soruşturma temelli öğretim, öğrencilere ne düşüneceklerini söylemek yerine onlara nasıl düşüneceklerini öğretir. Eleştirel düşünme aracılığıyla bilgiyi sorgulayan, analiz eden ve değerlendiren öğrenciler, aynı zamanda üstbilişsel farkındalıkla kendi öğrenme süreçlerini planlayan, izleyen ve yöneten bireyler haline gelirler. Bu iki becerinin birleşimi, öğrencileri sadece okul hayatında değil, yaşam boyu karşılaşacakları karmaşık sorunları çözebilecek yetkinliklerle donatır bu sayede “yaşam boyu öğrenme” sürecine girerler.

Soruşturma Temelli Öğretime Uygun Ders Planı ve Etkinlik

Bu bölümde “Maddenin Tanecikli Yapısı ve Özellikleri” ünitesinden “Karışımlar ve Çözeltiler” konusuna yönelik 5E öğretim yöntemine göre hazırlanmış, soruşturma temelli öğretime uygun bir ders planı ve değerlendirme formu sunulmuştur. Farklı konularda ders planı hazırlamak için öğretmenlere yol gösterici olacağı düşünülmüştür.

Tablo 2. Rehberli soruşturma ders planı örneği

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	7. sınıf
Ünite	Maddenin Tanecikli Yapısı ve Özellikleri
Konu	Karışımlar (Homojen ve Heterojen), Çözeltiler
Önerilen Süre	80 dk (40dk+40dk)
Öğrenci Kazanımları	Karışımları, homojen ve heterojen olarak sınıflandırarak örnekler verir. Günlük yaşamda karşılaşılan çözütü ve çözünenleri kullanarak çözümü hazırlar.

Disiplinlerarası İlişkiler	Türkçe: Yeni öğrenilen kavramların (homojen, heterojen, çözücü, çözünen, çözelti) doğru kullanımı. Görsel Sanatlar: Karışımların görünümlerini çizimleri istenebilir.
Öğretmen için Notlar	Deney sırasında güvenlik önlemlerine dikkat edilmeli. “Erime” ve “Çözünme” kavramlarını ayırması için; “Erime, bir katının ısıyla sıvı hale geçmesidir (buzun su olması gibi). Çözünme ise bir maddenin başka bir madde içinde dağılmasıdır” şeklinde bir hatırlatma yapılabilir.
Giriş 1.Problem Durumunu Yaratma: Öğretmen derse başlarken şu soruları sorar: "Çocuklar, bu sabah kahvaltıda neler yediniz veya içtiniz? Örneğin çay, süt, portakal suyu içenleriniz vardır. Belki de menemen veya salata yediniz. İçtiğiniz çay ile yediğiniz salata arasında görünüş açısından ne gibi bir fark var?" Öğrencilerden gelen yanıtlar (Çayın her yeri aynı renk, salatanın içinde domates, salatalık ayrı ayrı görünüyor vb.) 2.Soru: Öğretmen, cevaplarından yola çıkarak derinlemesine detayları ortaya koyar ve öğrencileri derste çözülecek olan konuya odaklar "Acaba çevremizdeki maddeleri karıştırdığımızda hepsi aynı şekilde mi karışıyor? Karışımları birbirinden ayıran temel özellikler neler olabilir? Bugün laboratuvarındaki gizemli kaşifler olarak bu soruların cevaplarını birlikte arayacağız."	

Keşfetme

1. Grupların Oluşturulması ve Malzemelerin Dağıtımı:

Öğrenciler 3-4 kişilik gruplara ayrılır. Her gruba deney malzemeleri (su, tuz, şeker, zeytinyağı, kum, beherglaslar) ve "Kaşif'in Gözlem Notları" adlı etkinlik kağıdı dağıtılır.

2. Yönlendirilmiş Soruşturma:

Öğretmen gruplarına şu görevi verir: "Önünüzdeki malzemeleri kullanarak farklı karışımlar hazırlamanızı istiyorum. Her karışımı hazırladıktan sonra 'Kaşif'in Gözlem Notları' kağıdındaki soruları cevaplayarak karışımınızın özelliklerini kaydedin."

3. Etkinlik Kağıdı ("Kaşif'in Gözlem Notları"):

Bu çalışma kağıdında şu tür soruları yer alır:

Karışım: Su + Tuz

Gözlemlerim: Karıştırmadan önce nasıldı? Karıştırdıktan sonra ne oldu?

Sonuç: Bu karışım gibi görünüyor. (Öğrenci kendi kelimeleriyle cevaplamalı) Öğrenciler sırasıyla şu karışımları hazırlarlar:

Su + Tuz

Su + Şeker

Su + Kum

Su + Zeytinyağı

4. Öğretmenin Rolü:

Öğretmen bu aşamada sadece bir rehberdir. Gruplar arasında dolaşarak gözlemlerini yapmalarına yardımcı olur, ancak doğrudan cevap vermez. "Neden böyle düşündün?", "Bu iki karışım arasında ne gibi bir benzerlik/farklılık görülüyor?" gibi derinleştirici sorular sorar.

Açıklama

1. Bulguların Paylaşılması:

Her grup raporu, hazırladıkları karışımları ve gözlem notlarını sınıflarla paylaşır. Hangi karışımların "bir bütün" olarak görünmediğini, hangi yerlerinde ise "ayrı ayrı" görülebildiğini açıklarlar. Sadece verileri değil, olası sebepleriyle birlikte açıklama yaparlar.

Öğretmen, yaptıkları gruplamaları (örneğin: "tuzlu su ile şekerli su bir grup", "kumlu su ile yağlı su başka bir grup") tahtaya yazar.

2. Kavramların Tanımlanması:

Öğretmenler, kendi sözcükleriyle yaptıkları bu isimlere göre isimlerini verir:

"Çocuklar, sizin 'her yeri aynı görünen, bir bütünmüş gibi görünen' dediğiniz karışımlara bilimde homojen karışım diyoruz." (Tuzlu su, şekerli su örnekleri verilir).

"'İçindeki grupların ayrı ayrı görülebildiği, her yerin aynı olmadığı' karışımlara ise heterojen karışım adını veriyoruz." (Kumlu su, zeytinyağlı su örnekleri verilir).

. Çözelti Kavramının Tanıtılması:

Öğretmen homojen karışımlara odaklanıyor:

"Tuzlu suda tuz nereye gitti? (olası cevapları alır). Aslında kaybolmadı, suyun içinde çözüldü. İşte bu tür homojen karışımlara aynı zamanda çözelti denir (çözünme ve erime kavramlarının farkı da açıklanır).

"Bir çözeltide diğer maddeyi çözen maddeye çözücü (genelde miktarı çok olan), çözücü içinde dağılan maddeye ise çözünen denir. Hazırladığınız tuzlu suda çözücü hangisi, çözünen hangisidir?"

Çözümlerin cevapları alınır (Çözücü: Su, Çözünen: Tuz). Şekerli su için de aynı soru tekrarlanır.

Grup çalışmalarına dönülür, hatalar varsa gruplara bunları düzeltmeleri, sorunun ne olduğunu açıklamaları için fırsat verilir.

Derinleştirme

1. Günlük Hayattan Örnekler:

Öğretmen öğrencilerine yeni koşullara uygun sorular yöneltir:

"İçtiğimiz gazozun homojen veya heterojen olup olmadığını nasıl anlarız? Neden?"

"Ayran nasıl bir karışımdır? Bekleyince ne olur?"

"Ebeveynleriniz salata sosu hazırlarken zeytinyağı ve limonu karıştırır. Bu nasıl bir karışımdır?"

"Kolonya bir çözelti midir? Eğer öyleyse çözücü ve çözünen maddeler nelerdir? (Çözücü: Alkol, Çözünen: Esans, Su)

"Hava nasıl bir karışımdır?"

2. Yeni Bir Soru:

"Bir bardak çaya bir kaşık şeker attık ve çözelti hazırlandık. Daha tatlı bir çay yapmak için “çözücü mü yoksa çözüneni mi” artırmamız mı gerekiyor?"

Bu soru ile çözücü/çözünen rollerinin pekiştirilmesini sağlar.

Değerlendirme

1. Çıkış Kartı (Çıkış Bileti):

Öğretmen, dersin sonunda küçük bir kağıt dağıtır ve şu iki soruyu cevaplamalarını ister:

Aşağıdaki karışımları homojen ve heterojen olarak sınıflandırınız:

- Deniz suyu
- Toprak
- Çelik tencere (alaşım olduğu belirtilebilir)
- Türk kahvesi

Limonata yapmak için suya limon suyu ve şeker takviyesi. Bu çözümdeki çözücü ve çözünen maddeleri yazınız.

2. Süreç Değerlendirmesi:

Öğretmen, ders boyunca doldurduğu "Kaşif'in Gözlem Notları" çalışma kağıdı etkinliklerini, tartışmalara katılımlarını ve sorulan sorulara verilen cevapları da değerlendirme olarak kullanır. Aşağıda sürece yönelik kullanabilecek bir değerlendirme formu/rubrik eklenmiştir.

Soruşturma Temelli Öğretimi Değerlendirme Rubriği

Bu rubrik, öğrencilerin farklı soruşturma düzeylerindeki (Doğrulayıcı, Yapılandırılmış, Rehberli, Açık) performanslarını

değerlendirmek için tasarlanmıştır. Değerlendirme yapılırken, öğrencinin gerçekleştirdiği soruşturmanın düzeyi (öğretmen tarafından belirlenen veya öğrenci tarafından ulaşılan) dikkate alınmalıdır. Örneğin "Araştırma Becerileri ve Problem Çözme" kriterindeki "Çok İyi" beklentisi, Açık Soruşturma için Doğrulayıcı Soruşturma 'dan daha kapsamlı olacaktır.

Tablo 3. Soruşturma temelli öğretimi değerlendirme rubriği

Kriterler	Geliştirilmeli (1Puan)	Yeterli (2 Puan)	Çok İyi (3 Puan)	Soruşturma Düzeyiyle İlişkisi (Öğretmen Notu)
1. İş Birliği	Grup içinde iletişim kurmadı, görevleri veya bulguları paylaşmadı. Bireysel çalışmayı tercih etti veya grubu domine etti.	Grup üyeleriyle iletişim kurdu ancak görev paylaşımında veya ortak karar almada zayıftı. Paylaşımlar sınırlı veya dengesizdi.	Grup üyeleriyle etkili iletişim kurdu, fikir alışverişinde bulundu, görevleri ve bulguları adil bir şekilde paylaştı. Ortak hedefe odaklandı.	Tüm düzeylerde önemlidir. Açık ve Rehberli soruşturmada karmaşık görevlerin üstesinden gelmek için daha kritik hale gelir.
2. Deneyssel Uygulama	Yönergeleri (verilmişse) takip etmekte zorlandı, malzemeleri özensiz veya yanlış kullandı. Güvenlik kurallarını ihlal etti.	Yönergeleri (verilmişse) genel olarak takip etti ancak bazı adımlarda yardıma ihtiyaç duydu veya küçük hatalar yaptı. Malzeme kullanımı kabul edilebilir.	Yönergeleri (verilmişse) dikkatle takip etti, malzemeleri özenle ve doğru kullandı. Güvenlik kurallarına titizlikle uydu.	Doğrulayıcı/Yapıl andırılmış: Verilen yöntemi doğru uygulama. Rehberli/Açık: Kendi tasarladığı/seçtiği yöntemi güvenli ve etkili uygulama.

3. Gözlem ve Kayıt	Gözlem notlarını eksik, ilgisiz veya düzensiz şekilde doldurdu. Önemli verileri kaçırdı.	Gözlemlerini genel olarak kaydetti ancak ayrıntılar yetersizdi veya bazı önemli noktalar eksikti. Kayıtlar kısmen düzenliydi.	Gözlem notlarını dikkatli, detaylı, doğru, düzenli ve anlaşılır bir şekilde doldurdu. Ölçümleri hassas yaptı.	Tüm düzeylerde önemlidir. Yapılandırılmış, Rehberli ve Açık soruşturmalarda verinin kalitesi, sonraki analiz ve yorumlama adımları için kritiktir.
4. Veri Analizi ve Yorumlama	Toplanan verileri analiz edemedi veya anlamlandıramadı. Verilerle ilgisiz veya yanlış yorumlar yaptı.	Toplanan verileri kısmen analiz etti ancak yorumlamada zorlandı veya yorumları verilerle tam olarak desteklenmiyordu.	Toplanan verileri sistematik bir şekilde analiz etti, örüntüleri ve ilişkileri fark etti. Verilere dayalı anlamlı ve mantıklı yorumlar yaptı.	Yapılandırılmış: Verilen yönteme göre toplanan veriyi yorumlama. Rehberli/Açık: Kendi topladığı/tasarladığı veriyi analiz etme, karmaşık ilişkileri görme.
5. Sonuç Çıkarma ve Açıklama	Araştırma sorusuna/problemi ne yönelik geçerli bir sonuç çıkaramadı. Açıklamaları kanıta dayanmıyordu veya yetersizdi.	Araştırma sorusuna/problemine yönelik sonuçlar çıkardı ancak bunlar kısmen kanıta dayalıydı veya açıklamalar yetersizdi.	Araştırma sorusunu/problemini yanıtlayan, toplanan kanıtlara dayalı, mantıklı ve tutarlı sonuçlar çıkardı. Kapsamlı ve ikna edici açıklamalar geliştirdi.	Yapılandırılmış: Sonucun belirsiz bırakıldığı durumda kanıta dayalı açıklama. Rehberli/Açık: Kendi bulgularından özgün sonuçlar çıkarma ve savunma.
6. Araştırma Becerileri ve Problem Çözme	Verilen problemi/yöntemi anlamakta ve uygulamakta zorlandı. Bağımsız olarak problem çözme veya yöntem geliştirme girişimi göstermedi.	Verilen problemi anladı, verilen yöntemi uyguladı. Basit problemler için çözüm üretebildi ancak karmaşık araştırma tasarımı veya problem formülasyonunda yardıma ihtiyaç duydu.	Problemi doğru tanımladı/formüle etti, uygun araştırma yöntem(ler)i tasarladı/seçti, değişkenleri belirledi ve kontrol etti. Karşılaşılan sorunlara yaratıcı ve etkili çözümler üretti.	Doğrulamalı: Problem, yöntem verilmiş. Yapılandırılmış: Problem, yöntem verilmiş, sonuç belirsiz. Rehberli: Problem verilmiş, yöntem öğrencide. Açık: Problem, yöntem, sonuç öğrencide.

7. Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık	Süreci veya sonuçları sorgulamadı. Alternatif yaklaşımlar veya açıklamalar düşünmedi. Mekanik bir uygulama sergiledi.	Süreç veya sonuçlar hakkında bazı temel sorular sordu ancak derinlemesine analiz veya özgün fikirler geliştiremedi		
-------------------------------------	---	--	--	--

Ele alınan ders planı, "Rehberli Soruşturma" metodolojisini benimsemektedir. Bu metodolojide öğretmen, temel problemi ve genel araştırma çerçevesini sunarken, çözüm yollarını bulma ve sonuçları yorumlama görevini büyük ölçüde öğrenciye devreder. Bu yaklaşım, öğrencinin tamamen kendi başına bırakıldığı "Açık Soruşturma" ile her adımın öğretmen tarafından belirlendiği "Yapılandırılmış Soruşturma" arasında, bilişsel gelişim ve anlamlı öğrenme için anlamlı bir zemin oluşturur. Plana dahil edilen grup çalışması değerlendirme rubriği, ölçme ve değerlendirme sürecini daha objektif, anlaşılır ve kapsamlı hale getirir. Bu rubrik, öğrencilerin yalnızca ulaştıkları sonuçları (doğru yanıtlar) değil, aynı zamanda bu sonuca ulaşırken sergiledikleri bilimsel düşünme becerilerini ve iş birliği, etkili iletişim gibi 21. yüzyıl yetkinliklerini de değerlendirme kapsamına aldığını gösterir. Öğrenciler, kendilerinden ne tür davranışlar ve performanslar beklediğini en başından net bir şekilde bilirler. Bu durum, onların kendi öğrenme süreçleri hakkında daha fazla farkındalık geliştirmelerini ve sorumluluk üstlenmelerini teşvik eder. Tabloda 'Eleştirel Düşünme ve Yaratıcılık' sütununda, Rehberli ve Açık Soruşturma düzeylerine karşılık gelen son iki hücrenin boş bırakılmasının altında yatan mantık şudur: Tablonun ilk iki satırında (Yapılandırılmış/Doğrulamalı Soruşturma için) tanımlanan ve 'geliştirilmeli' ile 'yeterli' olarak ifade edilen kriterler, öğrencilerin eleştirel düşünme ve yaratıcılık alanında sahip olmaları beklenen temel veya asgari yeterlilik düzeylerini temsil etmektedir. Rehberli ve Açık Soruşturma basamakları ise, doğaları gereği, öğrencilerin bu

temel düzeylerin belirgin şekilde üzerine çıkmasını gerektirir. Bu nedenle, bu ileri düzeylerde sergilenecek eleştirel düşünme ve yaratıcılık performansının 'çok iyi' veya 'üstün' kategorisinde olacağı öngörüldüğünden, söz konusu temel eşiklerin ötesindeki bu üst düzey performanslar için tabloda ayrı bir tanımlamaya yer verilmemiştir.

Tablo 4, soruşturma temelli öğrenme sürecini oluşturan temel öğeleri ve bu öğelerin öğrenci merkezli bir sınıfta nasıl etki ettiğine dair somut göstergeleri detaylandırmaktadır.

Tablo 4. Soruşturma temelli öğrenme sürecini oluşturan temel öğeler (Sterling & Thomas, 2006)

Temel Öğeler	Örnek Göstergeler	Evet	Hayır
Öğrenciler bilimsel yönelimli soruları yanıtlamaya katılır	Problem gerçek bir durumla ilişkilendirilir		
	Öğrenciler ne bildiklerini ve neyi öğrenmek istediklerini gözden geçirir		
	Anlamli sorular seçilir		
	Öğrenciler tahmin ve kestirimlerde bulunur		
Öğrenciler kanıta öncelik verir	Öğrenciler hangi verilerin toplanacağına karar verir		
	Öğrenciler verileri toplama prosedürünü ve doğruluğun nasıl sağlanacağını tasarlar		
	Öğrenciler veri toplar		
Öğrenciler kanıttan açıklamalar oluşturur	Öğrenciler verileri analiz eder ve kanıtları belirler		
	Öğrenciler kanıta dayalı sonuçlar açıklamalar oluşturur		

	Öğrenciler bu kanıtı kullanarak araştırma sorularını yanıtlar		
Öğrenciler açıklamalarını değerlendirir	Kanıtın açıklamayı destekleyip desteklemediğini ve araştırma sorularına yeterince yanıt verip vermediğini kontrol ederler		
	Akıl yürütmelerindeki önyargı ya da hataları kontrol ederler		
	Sonuçlarını sınıf arkadaşlarının sonuçlarıyla karşılaştırırlar		
	Alternatif açıklamaları düşünür ve sonuçlarını bilimsel bilgiyle ilişkilendirirler.		
Öğrenciler açıklamalarını iletir ve gerekçelendirir	Sonuçlarını ve açıklamalarını yazılı, görsel veya sözlü raporlarla paylaşırlar		
	Kanıtın neden önemli olduğunu açıklar ve bunu ilgili kavram ya da varsayımlarla ilişkilendirirler		

Bu öğeler; öğrencilerin bilimsel yönelimli sorularla meşgul olmasından, kanıta dayalı açıklamalar oluşturup bunları değerlendirmesine ve son olarak da bulgularını etkili bir şekilde iletip gerekçelendirmesine kadar uzanan bütüncül bir süreci temsil eder. Öğretmenler için bu tablo, yalnızca bir değerlendirme aracı olmanın ötesinde, öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirecek öğrenme fırsatları yaratma konusunda pedagojik bir yol haritası sunar. Göstergeler, öğrenme sürecinde hangi aşamalarda daha fazla destek veya yönlendirmeye ihtiyaç duyulabileceğini belirlemede de yardımcı olabilir.

Kaynakça

Arslan, A., Bekiroğlu, F. O., Süzük, E., & Gürel, C. (2014). Fizik laboratuvar derslerinin araştırma-sorgulama açısından incelenmesi ve öğretmen adaylarının görüşlerinin belirlenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 3-37.

Atun, T., & Bayram, Z. (2020). Soruşturmayaya dayalı fen öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinde öz düzenleme becerileri gelişimine etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 659-679.

Banchi, H. & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.

Bayram, Z. (2020). *Esnek soruşturma temelli (ESTÖ) tasarım ve uygulamalar*. Pegem Akademi.

Bilir, U., & Özkan, M. (2018). Fen bilimleri öğretiminde araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 223-256.

Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.

DeBoer, G. (1991). *A history of ideas in science education*. Teachers College Press.

Demirbaş, İ. S. (2024). *Esnek soruşturma uygulanan sınıfta bilim konuşmak: Bir söylem analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi.

Dostál, J. (2015). The definition of the term "inquiry-based instruction". *International Journal of Instruction*, 8(2), 69-82.

Flavell, J. H. (1979). Metacognitive and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.

Fullan, M. (2015). *The new meaning of educational change* (5th ed.). Teachers College Press.

Harlen, W. (2021). *The case for inquiry-based science education (IBSE)*. InterAcademies Partnership. Erişim tarihi: 17.05.2025 <https://www.interacademies.org/sites/default/files/2021-11/The%20Case%20for%20Inquiry-based%20Science%20Education%20-%20IBSE.pdf>

Karakoç, T., & Ataman, A. (2021). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı modellerinden rehberli keşfetme modelinin görme yetersizliği olan öğrencilerin fene ilişkin tutumlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 41(2), 855-883.

Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921.

Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.

Koyunlu Ünlü, Z. (2015). *Fen ve teknoloji dersinde araştırma sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğretim teknolojileri ile desteklenmesine yönelik bir eylem araştırması*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi.

Lortie, D. C. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. University of Chicago Press.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (3-8. sınıflar)*. MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press.

Odabaşı, H. F. (2009). Yaşam boyu öğrenme ve bilgi profesyonelleri. E. Coşkun (Ed.), *Bilgi ve belge yönetiminde yaşam boyu öğrenme* içinde (ss. 1-11). Türk Kütüphaneciler Derneği.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030 – The OECD learning compass 2030*. OECD Publishing.

Öztürk, D., & Demir, C. (2023). Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Bir metasentez çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(87), 1094-1111.

Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 713-740.

Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning definitions*. Battelle for Kids.

Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing inquiry-based instructional practices. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3-24.

Salur, İ., & Pehlivan, M. (2021). Sorgulamaya dayalı öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının erişimi ve sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkisi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 101-116.

Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1709-1724.

Sarioğlu, A. B., Can, Y., & Gedik, İ. (2016). 6.sınıf fen bilimleri ders kitabındaki etkinliklerin araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygunluğunun değerlendirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), 1004-1025.

Sterling, S., & Thomas, I. (2006). Education for sustainability: The role of capabilities in guiding university curricula. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 1(4), 349-370.

Şensoy, Ö., & Yıldırım, H. İ. (2017). Araştırma soruşturma tabanlı öğrenme yaklaşımının yaratıcı düşünme ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 6(1), 34-46.

Sarioğlu, A. B., & Abacı, B. (2017). Sorgulamaya dayalı öğretimin “lamba parlaklığı” kavramının ortaokul 5. Sınıf öğrencilerinin başarısına etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 164-171.

Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960.

Wagner, T. (2012). *Creating innovators: The making of young people who will change the world*. Scribner.

Yılmaz, E., & Öztürk, E. (2021). Bilimsel sorgulamaya dayalı öğretim uygulamalarının ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki akademik başarıları üzerindeki etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 1127-1163.

Zion, M., Slezak, M., Shapira, D., Link, E., Bashan, N., Brumer, M. & Valanides, N. (2004). Dynamic, open inquiry in biology learning. *Science Education*, 88(5), 728-753.

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ EĞİTİMDE TEKNOLOJİ KULLANIMINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

**FULYA ÖNER ARMAĞAN⁸
ELİFNAZ YÜCEEL⁹**

Giriş

Eğitimde teknoloji kullanımı; dijital araçlar, internet tabanlı platformlar, yazılımlar ve diğer teknolojik araçların öğretim ve öğrenme süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılmasını ifade eder (Hooshyar vd., 2021). Bu kullanım, öğretmenlerin derslerini daha verimli bir şekilde sunmalarına olanak tanırken, öğrencilerin de öğrenme süreçlerinde daha etkili deneyimler yaşamalarına yardımcı olur. Eğitimde teknolojinin kullanımı, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik tutumları ve bu araçları kullanma becerileri ile doğrudan ilişkilidir (Şahin & Arslan Namlı, 2014). Ayrıca, teknolojinin eğitimde daha etkin kullanımı için öğretmen adaylarının tutum ve becerileri büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bu

⁸ Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi, Orcid: 0000-0003-2085-1390

⁹ Erciyes Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi, Orcid: 0009-0001-1842-2418

çalışmada öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanma konusundaki görüşleri araştırılmaktadır.

Fen Eğitiminde Teknolojik Uygulamalar

Fen eğitimi, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi, eleştirel düşünmeyi teşvik etmeyi ve doğayı anlamalarını sağlamayı amaçlayan temel bir eğitim alanıdır. Bu bağlamda fen öğretiminde kullanılan yöntem ve araçlar, öğrenmenin niteliğini doğrudan etkilemektedir. Özellikle teknoloji destekli öğretim uygulamaları, fen eğitiminin daha etkili ve kalıcı hale gelmesine katkı sağlamaktadır.

Günümüzde fen eğitiminde teknoloji kullanımı giderek yaygınlaşmış ve ders içeriğinin sunumundan öğrenci etkinliklerine kadar birçok alanda yer almaktadır. Teknolojik araçlar yalnızca görsel-işitsel destek sağlamaktan öte, öğrencilerin etkileşimli öğrenme yaşantıları kazanmalarına olanak tanımaktadır. Sanal laboratuvarlar, artırılmış gerçeklik uygulamaları, yapay zekâ destekli öğretim yazılımları ve robotik araçlar gibi çeşitli teknolojiler bu süreçte öne çıkmaktadır.

Literatürde fen eğitiminde yapılan teknolojik uygulamalara yönelik birçok çalışma mevcuttur. Özdemir ve Ünal'ın (2025) gerçekleştirdiği meta-analiz çalışmasında, sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Avuçlu (2025) tarafından geliştirilen artırılmış gerçeklik mobil uygulaması, bilgisayarlı tasarım dersinde uygulanmış ve öğrencilerin daha kalıcı, motive edici ve etkileşimli bir öğrenme süreci yaşadığı belirlenmiştir. Küçük Gözeller (2025), fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik yürüttüğü çalışmada, teknoloji destekli bilimin doğası etkinliklerinin, öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerini geliştirdiğini ve Web tabanlı öğretime karşı daha olumlu bir tutum kazandırdığını ortaya koymuştur.

Robotik uygulamalar da fen eğitiminde etkili bir teknoloji entegrasyon örneğidir. Uçar ve Sezek'in (2025) çalışmasında, fen eğitiminde kullanılan LEGO robotik uygulamalarının, öğrencilerin motivasyonunu ve derse yönelik olumlu tutumlarını artırdığı, ayrıca işbirliğine dayalı öğrenme ortamları sağladığı belirtilmiştir. Öte yandan, Korumaz ve arkadaşlarının (2025) pandemi öncesi ve sonrası fen dersi öğretimine dair karşılaştırmalı araştırmasında, uzaktan eğitim sürecinde teknolojik araçların kullanımının öğretimi önemli ölçüde etkilediği, ancak öğretmenlerin bu araçlara yönelik yeterliklerinin farklılık gösterdiği ifade edilmiştir. Son olarak, Taştekin ve arkadaşları (2025), üniversite öğrencilerinin eğitim ve kariyer planlamasında yapay zekânın giderek artan rolünü vurgulamış ve öğrencilerin bu teknolojilere olan ilgisinin eğitim süreçlerine olumlu yansıdığını ortaya koymuştur. Bu araştırma sonuçları, teknoloji destekli fen eğitimi uygulamalarının yalnızca akademik başarıyı değil, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, öğrenme motivasyonlarını ve derse yönelik tutumlarını da olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının bu tür teknolojik uygulamalara yönelik farkındalıklarının artırılması, gelecekte daha nitelikli bir fen eğitimi ortamı sağlamak açısından önem taşımaktadır.

Teknolojik bilgi ve pedagojik anlayışın birleşimi, öğretmenlerin teknoloji tabanlı araçları daha etkili kullanmalarını sağlar. Öğretmen adaylarının teknolojiyi yalnızca bilgi vermek için değil, aynı zamanda öğrencilerle etkileşim kurmak ve birlikte öğrenmeyi desteklemek amacıyla kullanmaları gerekmektedir. Ancak yapılan araştırmalar, öğretmen adaylarının teknolojiyi çoğunlukla sadece bilgi aktarmak amacıyla kullandıklarını ve öğrencilerin aktif katılımını sağlama noktasında sınırlı kaldıklarını göstermektedir (Can vd., 2018).

Literatürde eğitimde teknoloji kullanımına dair tutum ve görüşlerini inceleyen araştırmalar, teknolojinin eğitimdeki

etkilerinin arttırılmasının gerekliliğini göstermektedir. Örneğin, Şahin ve Arslan Namli (2014), öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına dair tutumlarını inceledikleri çalışmalarında, teknoloji kullanımının; pedagojik açıdan sınırlı kaldığını ve genellikle bilgi aktarımıyla sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Ardiç (2023), ortaöğretim öğretmenlerinin teknoloji kullanımına yönelik tutumlarını incelemiş ve öğretmenlerin teknoloji kullanımına genellikle olumlu yaklaştıklarını, ancak uygulamada çeşitli zorluklarla karşılaştıklarını ifade etmiştir. Benzer şekilde, Can ve diğerleri (2018), öğretmenlerin teknoloji kullanımına dair görüşlerinin genellikle olumlu olduğunu ancak öğrencilerin aktif katılımını sağlama konusunda sınırlı kaldıklarını vurgulamışlardır. Akın ve diğerleri (2023) ise öğretmenlerin öğretim teknolojilerine adaptasyon süreçlerini incelemiş ve öğretmenlerin teknolojiyi kullanma konusunda önemli gelişmeler kaydetmelerine rağmen, pedagojik kullanımlarının sınırlı kaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalar, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımının öğretim süreçlerinde nasıl daha etkili hale getirilebileceği konusunda önemli veriler sunmaktadır.

Bu çalışma, öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik görüşlerini inceleyerek, bu teknolojilerin öğretmen eğitiminde nasıl daha etkili bir şekilde kullanılabileceğine dair bilgiler sunmayı amaçlamaktadır. Teknolojinin pedagojik bilgilerle birleşmesi, öğretim süreçlerinin daha verimli hale gelmesini sağlayabilir ve öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirebilir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımı ve bu kullanımı daha verimli hale getirme yolları üzerine bilgi edinilmesi, eğitimde daha etkili bir öğretim sürecinin oluşmasına katkı sağlayacaktır.

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına yönelik görüşlerini incelemek amacıyla nitel araştırma desenlerinden biri olan fenomenoloji tercih edilmiştir. Fenomenoloji, bireylerin belirli bir olguyu nasıl deneyimlediklerini ve bu deneyimlere nasıl anlamlar yüklediklerini derinlemesine anlamayı hedefler (Tekindal & Uğuz Arsu, 2020). Bu bağlamda, öğretmen adaylarının eğitimde teknolojiyi kullanma süreçlerindeki öznel deneyimleri ve bu deneyimlerin eğitim süreçlerine yansımaları incelenmiştir. Fenomenoloji, bireylerin düşünce, duygu ve algılarının bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını sağlar (Yalçın, 2022). Bu çalışma kapsamında, fenomenoloji deseni sayesinde katılımcıların kişisel deneyimlerine dayanarak eğitimde teknolojinin daha etkili kullanımına yönelik görüşlerin alınması amaçlanmıştır. Katılımcıların öznel deneyimlerinden yola çıkarak elde edilen bu bulguların, eğitimde teknolojik araçların daha verimli kullanımına dair değerli bilgiler sağlayacağı öngörülmektedir (Tekindal & Uğuz Arsu, 2020; Yalçın, 2022).

Çalışma Grubu

Bu çalışmada, nitel araştırmanın doğasına ve amacına uygun olarak kolay ulaşılabilir çalışma grubu türü kullanılmıştır. Kolay ulaşılabilir çalışma grubu, araştırmacının belirli bir grup veya bireylere erişim kolaylığına dayanarak seçtiği katılımcılardan oluşur ve bu tür bir çalışma grubu, zaman ve kaynak kısıtlamaları gibi faktörler göz önünde bulundurularak tercih edilir (Baltacı, 2018). Kolay ulaşılabilir çalışma grubu kullanımı, nitel verilerin derinlemesine toplanabilmesi ve katılımcıların deneyimlerinden anlamlı verilerin elde edilmesi açısından etkili bir yöntemdir (Baltacı, 2019). Araştırma, İç Anadolu Bölgesi'ndeki bir üniversitenin 2. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarından seçilen 15

kişiyle yrtlmştir. Katılımcılar, araştırma sürecine kolay erişilebilir olmaları nedeniyle belirlenmiş ve araştırmanın gereksinimlerini karşılayacak düzeyde bilgi birikimine sahip bireylerden seçilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak doküman kullanılmıştır. Doküman, belirli bir konu hakkında bilgi toplamak için kullanılan yazılı araçtır. Dokümanlar, katılımcıların deneyimlerini ve düşüncelerini derinlemesine anlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Creswell & Creswell, 2018). Dokümanlar, genellikle katılımcıların yazılı ifadelerinin yanı sıra, bir konu hakkındaki bilgi düzeylerini ve nasıl düşündüklerini anlamamıza yardımcı olur. Bu çalışmada fen bilgisi ğretmen adaylarının eēitimde teknoloji kullanımı hakkındaki görüşlerini almak amacıyla bir açık uçlu sorulardan oluşan bir doküman formu oluşturulmuştur. Sorular Ek 1’de sunulmuştur.

Doküman formu, araştırmanın ihtiyaçlarına göre, ğretmen adaylarının eēitimde teknoloji kullanımıyla ilgili düşüncelerini daha ayrıntılı şekilde keşfetmeye yönelik tasarlanmıştır. Form, bir fen eēitimcisi tarafından gözden geçirilmiş ve yapılan geri bildirimlere göre bazı sorular düzenlenmiştir. Bu deēiřiklikler, veri toplama aracının daha güvenilir ve katılımcıların görüşlerini daha doēru bir şekilde yansıtmaya yönelik yapılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Fen bilgisi ğretmen adaylarının eēitimde teknoloji kullanımı hakkındaki görüşlerini toplamak amacıyla bir yarı yapılandırılmış doküman formu hazırlanmıştır. Formda, katılımcıların teknoloji kullanımına yönelik deneyim ve düşüncelerini anlamaya yönelik sorulara yer verilmiştir. Sorular,

açık uçlu ve belirli alanlarda katılımcıların görüşlerini ayrıntılı olarak ifade etmelerine olanak tanıyacak şekilde tasarlanmıştır.

Veri toplama sürecinde, doküman formu aracılığıyla öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımıyla ilgili görüşleri 30 dakika boyunca toplanmıştır. Form, araştırma hedeflerine uygun şekilde düzenlenmiş ve katılımcıların görüşlerini derinlemesine incelemeyi amaçlamıştır. Form aracılığıyla toplanan veriler, dijital ortamda toplanmıştır.

Geçerlik / Güvenirlik

Geçerlik ve güvenirlik, nitel araştırmalarda araştırmanın doğruluğunu ve güvenirliğini sağlamak için büyük bir öneme sahiptir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmada geçerlik ve güvenirliği etkileyen/ tehdit eden faktörleri aza indirmek veya ortadan kaldırmak amacıyla araştırmacılar tarafından çeşitli önlemler alınmıştır. Araştırmanın doğru ve güvenilir olmasını sağlamak amacıyla iç ve dış geçerlik ile iç ve dış güvenirlik unsurlarına dikkat edilmiştir.

İç geçerlik, araştırma sürecinin doğruluğunu ve katılımcıların verilen bilgilerinin doğru bir şekilde yansıtılmasını ifade eder (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmada, iç geçerliğin sağlanabilmesi için doküman formu bir fen eğitimcisine gösterilmiş ve alınan geri bildirimler doğrultusunda formda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Dış geçerlik, araştırma bulgularının genel geçerliğini ve farklı ortamlara aktarılabilirliğini sorgular (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmada, dış geçerlik, araştırma sürecinin her aşamasının ayrıntılı şekilde betimlenmesiyle sağlanmıştır. Veri toplama sürecinin dijital ortamda yapılması, kullanılan yöntemin gerekçesi ve çalışma grubunun seçilme şekli gibi unsurlar açıkça belirtilmiştir. Katılımcıların eğitimde teknoloji kullanımı konusunda deneyimli bireyler olması, çalışmanın geçerliğini artıran bir faktör olarak vurgulanmıştır.

İç güvenilirlik, araştırmanın tutarlılığını ifade eder (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmada, bulgular yorumlanmadan doğrudan sunulmuş ve böylece veri kaybı önlenmiştir. Ayrıca, verilerin dijital ortamda toplanması ve uzmanlar tarafından kontrol edilmesi, iç güvenilirliği sağlamlaştırmıştır. Dış güvenilirlik, verilerin tutarlılığının ve güvenilirliğinin sağlanabilmesi için önemlidir (Arslan, 2022). Bu çalışmada, verilerin sonuç kısmında uygun şekilde tartışılması ve veriler arasında tutarlılığın kontrol edilmesi, dış güvenirlüğün artırılmasına katkı sağlamıştır.

Veri Analizi

Bu araştırmada öğretmen adaylarının doküman formundaki cevaplarının derinlemesine analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarının yarı yapılandırılmış doküman formundaki sekiz açık uçlu soruya verdikleri cevaplar doğrultusunda verilerin içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi, bir konu ile ilgili metnin içeriğini yansıtacak kelime veya kelime gruplarıyla sistematik olarak özetlenmesi, kategorilere ayrılması ve kodlar oluşturulması tekniği olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk vd., 2008). Bilindiği üzere içerik analiz sürecinde önce birbirine benzeyen nitel veriler belli tema ve kategoriler altında düzenlenir ve sonrasında neden- sonuç ilişkileri şeklinde yorumlanarak birtakım sonuçlara ulaşılır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmada içerik analizi sonucunda elde edilen kodlar bulgular bölümünde tablolarla gösterilmiştir.

Bulgular

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar analiz edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda belirli kodlar oluşturulmuş ve katılımcı görüşleriyle desteklenmiştir. Bazı sorularda öğretmen adaylarının cevapları nedenleriyle birlikte düzenlenmiştir. Bu kapsamda elde edilen veriler doğrultusunda

oluşturulan kodlar tablo hâlinde sunulmuş ve öğretmen adaylarının cevapları ile desteklenmiştir. Her bir açık uçlu soruya ait bulgular, ayrı başlıklar altında sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Eğitimde kullanılan teknolojik araçlar nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan kodlar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının kullandığı teknolojik araçlar

Kodlar	Katılımcılar
Dijital araçlar (Bilgisayar, tablet, akıllı telefon)	ÖA3, ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14
Akıllı tahta	ÖA3, ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA8, ÖA9, ÖA10, ÖA11, ÖA12, ÖA13, ÖA14, ÖA15
Projeksiyon	ÖA3 ÖA4, ÖA6, ÖA8
Web 2.0 araçları	ÖA1, ÖA6
E-öğrenme platformları	ÖA5,ÖA7
E- kitaplar	ÖA7
Yapay zeka uygulamaları	ÖA1

Tablo 1 incelendiğinde, katılımcıların eğitimde kullandığı teknolojik araçların çeşitliliği dikkat çekmektedir. Katılımcıların çoğu eğitimde farklı teknolojik araçlar kullanmaktadır. Katılımcılardan ÖA6 ve ÖA7, eğitimde kullandıkları araçları sırasıyla şu şekilde ifade etmişlerdir:

ÖA6: “Tablet, bilgisayar, akıllı tahta, projeksiyon, web 2.0. araçları kullanılmaktadır.”

ÖA7: “E-öğrenme platformları, uzaktan eğitim ve dijital öğrenme süreçlerini oluşturmak için kullanılır. Bunlar, ders içeriklerini yüklemelerini ve katılımcıların başarılarını takip etmelerini sağlar. Örnek olarak e- kitaplar, Google drive verebiliriz.”

Diğer katılımcılar da benzer araçları kullandıklarını ifade etmişlerdir. ÖA3, eğitimde “akıllı tahta, akıllı telefon, projeksiyon” gibi araçları tercih ederken, ÖA4, “projeksiyon, akıllı tahta, bilgisayar” gibi araçları kullanmaktadır. Katılımcılardan ÖA5 ve ÖA7'nin ifadesine göre, “E-öğrenme platformları” ve “Google Drive gibi araçlar da sıkça kullanılmaktadır.

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Eğitimde teknolojik araçlar sizce ne amaçla kullanılmaktadır?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan kodlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Teknolojik araçların eğitimde kullanılma amaçları

Kodlar	Katılımcılar
Araştırma Yapma	ÖA9, ÖA10, ÖA13, ÖA15
Anlaşılabilirliği ve Kalıcılığı Artırma	ÖA1, ÖA4, ÖA8, ÖA12
Zaman Tasarrufu Sağlama	ÖA5, ÖA6, ÖA14
Bilgiyi Görsellerle Destekleme	ÖA8, ÖA14, ÖA7
Bilgiye Hızlı Erişim Sağlama	ÖA2, ÖA7, ÖA10, ÖA14
Dersi İlgi Çekici Hale Getirme	ÖA1, ÖA10
Etkileşimi ve Katılımı Artırma	ÖA6, ÖA7
Sunum hazırlama	ÖA1, ÖA7

Tablo 2 incelendiğinde, katılımcıların eğitimde teknolojiyi farklı amaçlarla kullandıkları görülmektedir. Katılımcıların çoğu, eğitimi daha anlaşılır hale getirmek, öğrencilerin katılımını artırmak ve eğitim süreçlerini daha verimli hale getirmek için teknolojik araçları tercih etmektedir. Örneğin, ÖA1, ÖA10 ve ÖA14 sırasıyla şu şekilde görüşlerini ifade etmiştir:

ÖA1: “Eğitimi daha nitelikli hale getirmek, anlaşılabilirliği artırmak ve dersi daha ilgi çekici hale getirmek için kullanılmaktadır.”

ÖA10: “Daha verimli öğrenme için...”

ÖA14: “Ek kaynaklara ulaşmak ve bilgiye hızlı erişim sağlamak için”

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Teknolojinin eğitimde kullanılmasının olumlu yönleri nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan tema ve kodlar Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Teknolojinin eğitimde kullanılmasının olumlu yönleri

Temalar	Kodlar	Katılımcılar
Olumlu yönü	Öğrenme sürecini kolaylaştırır	ÖA1, ÖA4, ÖA6
	dikkat çeker	ÖA7, ÖA8,
	anlamli öğrenme sağlar	ÖA9, ÖA10
	Görsel, işitsel ve kinestetik öğrenmeyi destekler.	ÖA11, ÖA12
	Zaman ve erişim kolaylığı sunar.	ÖA13, ÖA14, ÖA15
	21. yüzyıl becerilerini geliştirir.	
	Farklı materyallerle ders içeriklerini zenginleştirir.	
	Bireyselleşmiş öğrenme sağlar.	
	Yaratıcılığı geliştirir	
Olumsuz yönü	Dikkat dağınıklığına sebep olabilir.	ÖA14

Tablo 3 incelendiğinde, katılımcıların eğitimde teknoloji kullanımının çeşitli faydalar sağladığını belirttikleri görülmektedir. Katılımcıların büyük bir kısmı, teknolojinin öğrenme sürecini kolaylaştırdığı, verimliliği artırdığı, öğrenci ilgisini artırdığı ve anlamli öğrenmeyi sağladığı görüşündedir. Katılımcılardan ÖA1, “*Evet kesinlikle faydalıdır çünkü öğrenme sürecini kolaylaştırır, bireyselleşmiş öğrenme imkânı sağlar, erişimi artırır, 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sunar, verimliliği artırır ve anlamli bir öğrenme sağlar*” diyerek, teknolojinin eğitimdeki birçok işlevi olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca katılımcı ÖA5, “*Faydalıdır çünkü teknoloji sayesinde zaman tasarrufu ve daha fazla içeriğe ulaşma imkânı sağlayabiliriz*” diyerek zaman yönetimi konusundaki görüşlerini dile getirmektedir.

Ancak, teknoloji kullanımının bazı olumsuz etkileri de vurgulanmıştır. Katılımcılardan ÖA14, “*Dikkat dağınıklığına sebep olabilir*” diyerek, teknolojinin eğitimde dikkat dağınıklığına yol açabileceğini belirtmiştir. Bu görüş, teknolojinin eğitimdeki etkilerinin her zaman tamamen olumlu olmayabileceğine işaret etmektedir. Genel olarak, katılımcıların eğitimde teknoloji kullanımına yönelik görüşleri, teknolojinin eğitimde daha verimli ve erişilebilir bir öğrenme süreci sağladığını göstermektedir. Ancak dikkat dağınıklığı gibi olumsuz yanlarının da göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Eğitimde teknolojinin kullanılmasında karşılaşılan zorluklar nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan kodlar Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Eğitimde teknoloji kullanımında karşılaşılan zorluklar

Kodlar	Katılımcılar
Altyapı eksiklikleri ve erişim sorunları	ÖA1, ÖA3, ÖA6, ÖA8, ÖA10
Teknolojik bilgi ve beceri eksikliği	ÖA2, ÖA4, ÖA9, ÖA13
Dikkat dağınıklığı	ÖA4, ÖA8, ÖA14
Ekonomik kısıtlamalar	ÖA1, ÖA7
Teknoloji bağımlılığı	ÖA5, ÖA8
Yanlış bilgi ve kavram yanlışları	ÖA12
Akıllı tahta sorunları	ÖA15
Reklamlar ve kötü içerik	ÖA14

Tablo 4 incelendiğinde, katılımcıların eğitimde teknoloji kullanımında karşılaşılan zorluklara dair çeşitli görüşler ortaya koydukları görülmektedir. Katılımcıların bir kısmı, altyapı eksiklikleri ve erişim sorunları nedeniyle teknolojinin eğitimde etkili bir şekilde kullanılmasının zorluğuna dikkat çekmiştir. Katılımcılardan ÖA1, “*Altyapı eksiklikleri, özellikle kırsal veya dezavantajlı bölgelerde internet ve cihazlara erişim sorunları, ayrıca, öğretmenlerin teknoloji kullanımında yeterli bilgi ve*

beceriye sahip olmaması, etkili entegrasyonu zorlaştırabilir” diyerek, bu zorlukların eğitimdeki olumsuz etkilerini vurgulamaktadır. Katılımcıların büyük bir kısmı, teknolojik araçların maliyetinin hem okullar hem de aileler için maddi bir yük oluşturabileceğini ifade etmektedir. Katılımcılardan ÖA7, “*Bazı uygulamaları kullanmak için başta ücretsiz kullanım hakları olurken kısa süre sonra bir ücret ödemek gerekmektedir ve bu ekonomik bir sınırlılıktır”* diyerek, ekonomik kısıtlamaların eğitimde teknoloji kullanımını zorlaştırdığını belirtmiştir. Sonuç olarak, katılımcıların eğitimde teknoloji kullanımında karşılaşılan zorluklara dair görüşleri, altyapı eksiklikleri, dikkat dağınıklığı, teknoloji bağımlılığı, ekonomik kısıtlamalar ve yanlış bilgi gibi olumsuz faktörlerin eğitimdeki teknolojik entegrasyonu zorlaştırdığını göstermektedir.

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Bir öğretmen teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmesi için hangi becerilere sahip olması gerekir?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan kodlar Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. Öğretmenlerin teknolojiyi etkin kullanabilmeleri için gerekli beceriler

Kodlar	Katılımcılar
Teknolojik bilgi becerisi	ÖA2, ÖA5, ÖA7, ÖA9, ÖA12, ÖA13, ÖA14
Yenilikleri takip etme	ÖA3, ÖA5, ÖA6, ÖA8, ÖA11
Web 2.0 araçlarını kullanabilme	ÖA7, ÖA9
Teknolojiyi ihtiyaçlarına uygun kullanabilme	ÖA1, ÖA10
Dijital okuryazarlık	ÖA1, ÖA8
Zaman yönetimi	ÖA3, ÖA4
Eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi	ÖA1
Pedagojik bilgi ile teknolojiyi birleştirme becerisi	ÖA1

Çevrim içi güvenlik konularında bilgi sahibi olma	ÖA1
Yaşam boyu öğrenme	ÖA1
Yaratıcılık	ÖA6
Doğru bilgiye ulaşma	ÖA14

Tablo 5 incelendiğinde, katılımcıların teknolojiyi etkin kullanabilmek için sahip olunması gereken becerilerle ilgili farklı görüşler sunduğu görülmektedir. Katılımcıların bir kısmı, bilgisayar kullanımına ve teknolojik aletlere hâkimiyet gibi temel becerilerin önemi üzerinde durmuşlardır. Katılımcılardan ÖA5, *“Bilgisayara tam hâkim olması gerektiği gibi, güncel teknolojik uygulamaları takip etmesi gerekmektedir”* diyerek, temel becerilerin yanı sıra, teknolojik gelişmeleri izleyebilme yeteneğinin önemini vurgulamaktadır. ÖA7 ise, *“İlk olarak bilgisayar kullanımını kesinlikle biliyor olmalıdır, ek olarak akıllı tahta, tablet gibi teknolojik aletleri kullanabiliyor olmalıdır”* şeklinde ifade ederek, öğretmenlerin teknolojik araçlara hâkimiyetinin gerekliliğini belirtmiştir.

Ayrıca katılımcılar, teknolojiyi etkin kullanabilmek için yaşam boyu öğrenme anlayışına sahip olma, sınıf yönetimi ve zaman yönetimi gibi becerilerin de gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Katılımcı ÖA6, *“Yaratıcılık becerisine sahip olmalıdır. Teknolojik anlamda kendisini güncel tutup yenilikleri takip etmelidir”* diyerek, öğretmenlerin sürekli gelişim içinde olmalarına dikkat çekmiştir.

Sonuç olarak, katılımcıların teknolojiyi etkin kullanabilmek için gerekli olan becerilere dair görüşleri, öğretmenlerin dijital okuryazarlık, pedagojik bilgi, zaman yönetimi ve sınıf yönetimi gibi çok çeşitli becerilere sahip olmaları gerektiğini göstermektedir.

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Teknolojik araçların sizin öğrenim sürecinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?” sorusuna verilen

yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan kodlar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Teknolojik araçların öğretmen adaylarının öğrenme süreçlerine etkileri

Kodlar	Katılımcılar
Olumsuz etkiler gösterebilme	ÖA5, ÖA12, ÖA14
Öğrenim sürecini hızlandırma	ÖA3, ÖA9, ÖA11
Anlamli öğrenme	ÖA2, ÖA6, ÖA8, ÖA15
Öğrenmeyi görsel, etkileşimli ve öğrenci odaklı hale getirme	ÖA1, ÖA9
Bilgiye erişimi kolaylaştırma	ÖA4, ÖA10
Öğrenmeyi kolaylaştırma	ÖA1
Zaman tasarrufu	ÖA4
Bireysel öğrenme	ÖA8
Dikkat çekme	ÖA10

Tablo incelendiğinde, katılımcıların teknolojinin öğrenim sürecine olan etkilerine dair farklı görüşler sundukları görülmektedir. Bir kısmı, teknolojik araçların öğrenme sürecini genellikle olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Katılımcılardan ÖA5 ise, “*Kullanıma bağlı olarak olumlu veya olumsuz etkiler gösterebilir*” diyerek, teknolojinin etkilerinin kullanım şekline bağlı olduğunu vurgulamıştır.

Teknolojinin eğitimdeki niteliğini artırıcı etkisi de katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Katılımcı ÖA6, “*Eğitimde anlamli öğrenme sağlayarak kaliteyi artırma*” etkisini dile getirmiş ve teknolojinin eğitimin niteliğini arttırdığını dile getirmiştir. Ayrıca, her öğrencinin kendi öğrenme sürecini yönetmesine olanak sağlaması, teknolojinin öğrenim sürecindeki olumlu etkilerinden biri olarak belirtilmiştir. Katılımcı ÖA8, “*Her öğrencinin bireysel öğrenmesine ve kendi öğrenme sürecini yönetmesine olanak sağlama*” etkisini vurgulamış ve teknolojinin öğrencilerin kendi hızlarına göre öğrenmelerine olanak tanıdığını ifade etmiştir. Sonuç olarak, katılımcıların görüşlerine göre, teknolojik araçlar öğrenim

sürecine pek çok farklı yönden olumlu etkiler sağlamakta olup, bu etkiler zaman tasarrufu, bilgiye kolay erişim, görsel ve etkileşimli öğrenme, öğretim kalitesinin artması gibi pek çok alanda kendini göstermektedir.

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Sizce her ders için teknoloji kullanımı gerekli midir? Neden?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan kodlar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Her derste teknoloji kullanımının gerekliliği

Kodlar	Katılımcılar	Nedenler
Gereklidir	ÖA4	ÖA4: Zamandan tasarruf ve etkili bir öğrenim sağlaması
	ÖA7	ÖA7: Görsel materyallerle derse katkı sağlaması
	ÖA8	ÖA8: Fen bilimleri gibi soyut dersleri somutlaştırması ve kalıcı öğrenme sağlaması
	ÖA10	ÖA10: teknolojik gelişmeleri derslere entegre etme
	ÖA15	ÖA15: ilgi çekici olması
Gerekli değildir	ÖA1	ÖA1: Bazı derslerde geleneksel yöntemler daha etkili olması
	ÖA2	ÖA2: Dersi anlaşılabilir hale getirmesi
	ÖA3	ÖA3: Radyasyon ve öğrencilerin hayal gücünün körelmesi
	ÖA5	ÖA5: araştırma becerilerini körelmesi
	ÖA9	ÖA9: Resim ve müzik derslerinde yaratıcılığın kısıtlanması

Tablo 7 incelendiğinde, katılımcıların teknoloji kullanımının her ders için gerekliliği hakkında farklı görüşler sundukları görülmektedir. Katılımcıların bir kısmı, teknolojinin her derste gerekli olduğunu savunurken, diğerleri ise bazı derslerde geleneksel yöntemlerin daha etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Katılımcılardan ÖA4, “Zamandan tasarruf ve etkili bir öğrenim sağlaması”

gerektiğini belirterek, teknoloji kullanımının gerekli olduğunu vurgulamaktadır. Diğer yandan, bazı katılımcılar ise her ders için teknoloji kullanımının gerekli olmadığını ifade etmişlerdir. ÖA2, “Her derste çok kullanımı gerekme de genel olarak dersleri daha anlaşılabilir hale getirdiğini düşünüyorum. Tamamen gerekli olduğunu düşünmüyorum.” diyerek her derste teknolojinin gerekli olmadığını vurgulamaktadır. Bu görüşler, katılımcıların teknoloji kullanımını her ders için farklı boyutlarla ele aldığını ve öğretim sürecinde teknoloji kullanımının çeşitliliğine dikkat çektiğini göstermektedir.

Araştırmacı tarafından geliştirilen doküman formunda yer alan ve katılımcılara yöneltilen “Eğitimde teknolojinin daha etkili kullanılabilmesi için hangi önerilerde bulunursunuz?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiş, ortaya çıkan kodlar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Eğitimde teknolojinin daha etkili kullanılabilmesine yönelik öneriler

Kodlar	Katılımcılar
Mesleki gelişim fırsatlarının sunulması	ÖA1, ÖA4, ÖA6, ÖA11, ÖA15
Eğitimcilere teknoloji kullanımı eğitimi verilmesi	ÖA4, ÖA6, ÖA7, ÖA11, ÖA15
Teknolojik altyapının iyileştirilmesi	ÖA1, ÖA8, ÖA10, ÖA12
Eğitim içeriklerinin dijitalleşmesi	ÖA2, ÖA3, ÖA7, ÖA14
Teknolojinin pedagojik hedeflere uygun entegrasyonunun sağlanması	ÖA1, ÖA3, ÖA5, ÖA7
Teknolojik araçlara erişimin kolaylaştırılması	ÖA1, ÖA8, ÖA12
Web 2.0 araçlarının eğitimde yaygınlaşması	ÖA3, ÖA6, ÖA7
Öğrenci ve velilerin bilgilendirilmesi	ÖA5, ÖA6, ÖA14
Dijital içeriklerin çeşitlendirilmesi	ÖA2, ÖA7, ÖA10
Fırsat eşitliği sağlanması	ÖA8, ÖA10, ÖA12

Tablo 8 incelendiğinde, katılımcıların eğitimde teknolojinin daha etkin kullanılabilmesi için çeşitli önerilerde bulundukları

görülmektedir. Katılımcılar, eğitimde teknolojinin daha etkin kullanılabilmesi için mesleki gelişim fırsatlarının artırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Örneğin, ÖA1 şöyle ifade etmiştir: *"Eğitimde teknolojinin daha etkili kullanılabilmesi için öğretmenlere düzenli mesleki gelişim fırsatları sunulmalı."* Ayrıca, ÖA6 da, *"Öğretmen ve öğretmen adaylarının bilinçlendirilmesi gerektiğini düşünüyorum"* diyerek öğretmen eğitimine önem verilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Teknolojik altyapı ve araçlara erişim konularında da öneriler yapılmıştır. ÖA8, *"Her öğrencinin internete ve bir teknolojik araca ulaşımı sağlanabilir"* diyerek, fırsat eşitliğinin sağlanması gerektiğini vurgulamıştır. ÖA12 de teknolojik araçların geliştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir: *"Eğitimde teknolojinin daha etkili kullanılabilmesi için altyapı iyileştirilmeli."* Sonuç olarak, eğitimde teknolojinin daha etkin ve verimli kullanılabilmesi için öğretmenlerin eğitimine, altyapı iyileştirmelerine ve öğrencilere yönelik fırsat eşitliği sağlanmasına dikkat edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç ve Tartışma

Araştırma sonuçlarına göre, teknolojik araç-gereçlerin eğitimde kullanımı fen bilgisi öğretmen adayları tarafından genel olarak olumlu değerlendirilmiştir. Katılımcılar, akıllı tahta, projeksiyon, tablet ve bilgisayar gibi araçların öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Bu araçların özellikle derslerin görselleştirilmesini kolaylaştırdığı ve öğrencilerin dikkatini toplama ile motivasyonunu artırma noktasında önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Çınarar ve arkadaşları (2016) benzer şekilde, teknolojik araçların derslere katılımı artırdığını ve öğrencilerin öğrenme deneyimini zenginleştirdiğini vurgulamışlardır. Can vd. (2018) öğretmenlerin teknoloji kullanımının öğrenci etkileşimini ve ders verimliliğini artırdığını

belirtmiştir. ay vd. (2020) teknolojinin ğretimi kolaylaştırdığı, konuları somutlaştırdığı, öğrenciyi derse hazırladığı ve dikkatlerini ektiğı ve öğrenciyi derste aktif kıldığına yönelik bulgular elde etmiştir. elik vd. (2021) ise çalışmalarında fen bilimleri ğretmen adaylarının öğrenim gördüğü derslerde eğitim teknolojilerinin kendilerine daha iyi öğrenme, kalıcılık, öğrenmede kolaylık ve eğlenceli ders ortamı sağladığına yönelik bulgular elde etmişlerdir.

Elde edilen bulgular, teknolojinin eğitimde fırsat eşitliğı sağlamadaki potansiyeline de ışıık tutmaktadır. Katılımcılar, teknolojinin hem öğretmenlere zaman kazandırdığını hem de öğrencilerin bilgiye daha hızlı ve kolay erişmesini sağladığını dile getirmişlerdir. şimşek (2015), teknolojik donanım yeterliğinin eğitim süreçlerine doğrudan olumlu etkileri olduğunu ve bu donanımın eğitimde fırsat eşitliğini artırdığını belirtmektedir. Bu bağlamda, teknolojinin eğitimde erişilebilirlik ve kapsayıcılık alanlarında sağladığı katkılar, günümüz eğitim politikalarının da temelini oluşturmaktadır.

Buna karşın, teknoloji kullanımında karşılaşılan zorluklar da araştırmanın önemli bulguları arasında yer almaktadır. Katılımcılar altyapı eksiklikleri, maddi kısıtlamalar, teknolojik bilgi yetersizliğı ve ğretmen eğitimlerinin yetersizliğı gibi sorunlara dikkat çekmiştir. Bu durum, Kuzgun ve Özdiñç'in (2017) alışmasıyla da paralellik göstermektedir; öğretmenlerin teknolojiye olumlu bakışına rağmen, yetersiz altyapının etkin kullanımını engellediğı ifade edilmektedir. Sak ve arkadaşları (2021) da, erken çocukluk eğitiminde dijital teknolojinin kullanımında karşılaşılan benzer sorunlara işaret etmiş ve bu alanda ğretmen destek mekanizmalarının artırılması gerektiğini vurgulamıştır. şimşek (2015) alışmasında, sınıflarda teknolojik donanımın yeterlik düzeyinin ğretmen adaylarının teknolojiye yönelik kullanımları üzerinde bir etkisi olduğı sonucuna ulaşmıştır. Dargut ve elik (2014) alışmalarında öğretmenlerin çoğunlukla teknoloji

konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ve okullardaki teknoloji desteğinin yetersiz olmasının sorun oluşturduğu şeklinde görüşler tespit etmişlerdir. Bu olumsuzlukların önlenmesi için okullarda teknoloji desteğinin artırılması ve teknoloji konusunda bilgilendirici eğitimlerin düzenlenmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Teknolojinin eğitimde etkin kullanımı için öğretmenlerin pedagojik ve teknolojik yeterliklerinin geliştirilmesinin gerekliliği mevcut araştırmada da öne çıkan bir diğer konudur. Akın vd. (2023) öğretmenlerin öğretim teknolojilerine adaptasyon sürecinde karşılaştıkları güçlüklerin, bu becerilerin yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmiş ve sürekli mesleki gelişimin önemini vurgulamıştır. Bu kapsamda, öğretmen eğitim programlarında teknoloji entegrasyonuna yönelik kapsamlı ve sürekli destek programlarının geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Hooshyar ve arkadaşları (2021) da teknolojik araçların öğrenmeyi olumlu yönde etkilediğini, ancak bunun etkili olması için kullanıcıların donanımlı olması gerektiğini belirtmiştir.

Araştırmanın bulguları, Ely (1993) ile Seels ve Richey'nin (1994) eğitim teknolojisi kullanımı üzerine yaptıkları çalışmaları da desteklemektedir. Bu araştırmacılar, teknolojinin etkili kullanımının yalnızca donanım ve araçların varlığıyla değil, aynı zamanda kullanıcıların bilgi ve becerileri ile desteklenmesi gerektiğini savunmaktadır. Ardiç (2023) da ortaöğretim öğretmenlerinin teknoloji kullanımının gerekli altyapı ve eğitimle doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Çakmaz (2010) çalışmasında, öğretmenlerin teknolojik cihazlar hakkında eğitim almalarının, onların teknolojik araçları kullanımlarını etkilediği belirlenmiştir.

Son olarak, teknolojinin eğitimde sağladığı yeniliklerin sürdürülebilir olması için eğitim politikalarının ve yönetsel desteklerin de geliştirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Oliveira ve arkadaşları (2021) teknolojinin eğitimde kullanımının yaygınlaşması

için sadece bireysel çabaların değil, kurumsal stratejilerin de önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu doğrultuda, eğitimde teknoloji entegrasyonunun başarılı olması için hem bireysel hem de kurumsal düzeyde çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Öneriler

Eğitimde teknolojinin etkin kullanılabilmesi için okulların teknolojik altyapıları geliştirilmelidir. İnternet erişimi olmayan veya cihaz eksikliği bulunan bölgelerde, bu sorunların çözülmesi öncelikli bir adım olmalıdır. Öğretmenlerin teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmeleri için düzenli mesleki gelişim programları düzenlenmelidir. Bu programlar, dijital araçların kullanımını öğretirken pedagojik yaklaşımları teknolojiyle entegre etme konusunda rehberlik etmelidir. Ders içeriklerinin dijitalleşmesi ve çeşitlendirilmesi, teknolojinin eğitime entegrasyonunu kolaylaştıracaktır. Dijital materyaller ve e-öğrenme platformları daha erişilebilir hale getirilmelidir. Görsel ve etkileşimli materyaller özellikle soyut derslerde kullanılmalıdır.

Tüm öğrencilerin teknolojiye erişimini sağlamak için cihaz ve internet desteği gibi uygulamalar hayata geçirilmelidir. Ekonomik dezavantajlı ailelere yönelik destek programları, fırsat eşitliği sağlamak adına önemli bir adım olacaktır. Öğrencilerin aktif katılımını artırmak için Web 2.0 araçlarının ve interaktif teknolojilerin ders süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir. Bu araçlar, öğrencilerin derse olan ilgisini artırırken öğrenme süreçlerini daha eğlenceli ve etkili hale getirecektir.

Teknolojik araçların etkili kullanımı konusunda öğrenciler ve veliler bilgilendirilmelidir. Öğrencilerin bu araçları bilinçli bir şekilde kullanması sağlanmalı, veliler de çocuklarının dijital dünyadaki etkinlikleri konusunda rehberlik edebilmelidir. Teknolojik cihazların temini, altyapının güçlendirilmesi ve öğretmen

eğitimleri için devlet ve özel sektör iş birliğinde mali kaynak ayrılmalıdır.

Kaynakça

Akın, F., Berk, G., Erol, E., & Erol, S. (2023). Öğretmenlerin öğretim teknolojilerine adaptasyon süreçleri. *Teknoloji ve Eğitim Dergisi*, 8(4), 23-37.

Ardıç, K. (2023). Ortaöğretim öğretmenlerinin teknoloji kullanımına yönelik tutumları. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 41(2), 72-85.

Arslan, S. (2022). Nitel araştırmalarda güvenirlik ve geçerlik: Kavramsal bir inceleme. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 46(3), 189-204.

Avuçlu, B. (2025). *Artırılmış gerçeklik mobil uygulama geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi.

Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *BEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 231-274.

Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (2. bs.). Pegem Akademi Yayıncılık.

Can, T., Böçkün, M., Güzel Duman, S., & Sülün, Y. (2018). Öğretmenlerin teknoloji kullanımına dair görüşleri. *Eğitimde Teknoloji ve Araçlar Dergisi*, 3(1), 45-58.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.

Çakmaz, B. (2010). *Okul öncesi öğretmenlerinin eğitim teknolojilerini kullanma durumlarının incelenmesi (Bolu İli Örneği)*. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi.

Çay, E., Yıkılmış, A. ve Sola Özgüç, C. (2020). Özel eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin özel eğitim öğretmenlerinin deneyim ve görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi – Journal of Qualitative Research in Education*, 8(2), 629-648. doi: 10.14689/issn.2148-624.1.8c.2s.9m

Çelik, C., Çelik, B., & Alpaslan, M. M. (2021). Fen bilimleri öğretmen adaylarının derste teknoloji kullanımına yönelik eğilimleri. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 503-519. <https://doi.org/10.21666/muefd.835314>

Çınarar, S., Yılmaz, M., & Demir, T. (2016). Teknolojik araçların derslere entegrasyonu: Öğretmen adaylarının görüşleri. *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 85-102.

Dargut, T. ve Çelik, G. (2014). Türkçe öğretmeni adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin tutum ve düşünceleri. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 2(2), 28-41.

Ely, D. P. (1993). The field of educational technology: a dozen frequently asked questions. *ERIC Digest*, 6(9), 30-121.

Hooshyar, D., Malva, L., Yang, Y., Pedaste, M., Wang, M., & Lim, H. (2021). An adaptive educational computer game: Effects on students' knowledge and learning attitude in computational thinking. *Computers in Human Behavior*, 114, 540-575.

Korumaz, K., Korur, F., & Erduran Avcı, D. (2025). Pandemi öncesi ve sonrası teknolojinin kullanımına ilişkin özel durum çalışması: İlkokul fen bilimleri dersi öğretimi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2025(1), 511–541.

Kuzgun, Y., & Özdiñ, F. (2017). Eğitimde teknolojik altyapı eksikliklerinin öğretim süreçlerine etkisi. *Eğitimde Araştırmalar ve Uygulamalar Dergisi*, 1(2), 58-74.

Küçük Gözeller, D. (2025). Teknoloji destekli bilimin doğası etkinliklerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerine ve web tabanlı öğretime yönelik tutumlarına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 41–65.

Oliveira, G., Grenha Teixeira, J., Torres, A., & Morais, C. (2021). An exploratory study on the emergency remote education experience of higher education students and teachers during the COVID-19 pandemic. *British Journal of Educational Technology*, 52(4), 1357-1376.

Özdemir, G., & Ünal, İ. (2025). Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Meta-analiz çalışması. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 66–86.

Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Şendil, Ç. O., & Nas, R. (2021). Erken çocukluk eğitiminde öğretmenlerin dijital teknoloji kullanımı. *Eğitim ve Bilim*, 46(206), 313-331.

Seels, B. & Richey, R. (1994). *Instructional technology: the definition and domains of the field*. Association for Educational Communications and Technology.

Şahin, İ., & Arslan Namlı, H. (2014). Öğretmen adaylarının teknoloji kullanımına dair tutumları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(2), 111-123.

Şimşek, H. (2015). Teknolojik donanım yeterliliğinin eğitim süreçlerine etkisi: Öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Teknoloji Dergisi*, 12(3), 45-60.

Taştekin, M., Koç, B., & Güven, A. (2025). Üniversite öğrencilerinin eğitim ve kariyer süreçlerinde yapay zekânın rolü: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi öğrencileri üzerine uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari Çalışmalar Dergisi*, 3(1), 50–71.

Tekindal, M., & Uğuz Arsu, Ş. (2020). Nitel araştırma yöntemi olarak fenomenolojik yaklaşımın kapsamı ve sürecine yönelik bir derleme. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 7(3), 182-190.

Uçar, A., & Sezek, F. (2025). Fen eğitiminde LEGO robotik uygulamalarının öğrenci motivasyonu ve görüşlerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2025(1), 295–322.

Yalçın, H. (2022). Bir araştırma deseni olarak fenomenoloji. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 213-232.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. bs.). Seçkin Yayıncılık.

Ek: Doküman Formu Sorular

1. Eğitimde kullanılan teknolojik araçlar nelerdir?
2. Eğitimde teknolojik araçlar sizce ne amaçla kullanılmaktadır?
3. Teknolojinin eğitimde kullanılmasının olumlu yönleri nelerdir?
4. Eğitimde teknolojinin kullanılmasında karşılaşılan zorluklar nelerdir?
5. Bir öğretmenin teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmesi için hangi becerilere sahip olması gerekir?
6. Teknolojik araçların sizin öğrenim sürecinizi nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz?
7. Sizce her ders için teknoloji kullanımı gerekli midir? Neden?
8. Eğitimde teknolojinin daha etkili kullanılabilmesi için hangi önerilerde bulunursunuz?

ÖZEL EĞİTİMDE FEN EĞİTİMİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

ESRA BİÇER¹⁰
SELDA BAKIR¹¹

Giriş

Özel gereksinimli birey, bireysel ve gelişimsel olarak akranlarından beklenen düzeyde anlamlı farklılık gösteren çocuklar olarak tanımlanmaktadır (Aral & Gürsoy, 2011; Özsoy vd., 2002; MEB, 2018). Özel gereksinimi olan çocuklar, sadece öğrenme ya da davranış problemi olan bedensel ya da duyuşsal yetersizliğe sahip çocuklar değil üstün zekalı ya da özel yetenekli çocukları da içerisine alan kapsamlı bir terimdir (Eripek, 2002).

Her ne kadar araştırmacılar arasında ortak bir sınıflandırma sistemi bulunmasa da genel olarak, özel eğitime gereksinim duyan çocuklar, ortak özellikleri ve eğitim gereksinimleri dikkate alınarak

¹⁰ Doktora Öğrencisi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Orcid: 0009-0008-4266-619X)

¹¹ Prof.Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Orcid: 0000-0002-2169-2910

şu şekilde sınıflandırılabilir (Aral ve Gürsoy, 2007; Kırçali- İftar, 1998).

- *Fiziksel görünümde yetersizliği olan bireyler:* Fiziksel engelleri nedeniyle eğitim ortamında zorluk yaşayan bireyler, fiziksel erişim kolaylıkları ve bireyselleştirilmiş desteklerle eğitime dahil edilirler (Pfeiffer, 2003).
- *Davranışsal ve duygusal bozuklukları olan bireyler:* Duygusal ve davranışsal zorluklar yaşayan bireyler, sosyal becerilerini geliştirmek ve duygusal düzenlemelerini sağlamak amacıyla özel eğitim hizmetlerinden yararlanabilirler (Kauffman & Landrum, 2013).
- *İşitme ve görme sorunları yaşayan bireyler:* İşitme veya görme kaybı olan bireyler, özel araçlar ve yöntemlerle eğitim alırlar. İşaret dili, Braille alfabesi gibi yöntemler bu bireylerin eğitim süreçlerinde önemli rol oynar (Schirmer, 2000).
- *Öğrenme güçlüğü bulunan bireyler:* Disleksi, diskalkuli, dispraksi gibi spesifik öğrenme bozuklukları olan bireyler, özel eğitim desteğine ihtiyaç duyarlar. Bu bozukluklar, bireylerin okuma, yazma, matematik gibi akademik becerilerinde zorluk yaşamalarına neden olabilir (Lerner & Johns, 2011).
- *Üstün zekâ grubundaki bireyler:* Üstün zekalılar, genellikle yüksek entelektüel kapasite, yaratıcı düşünce, hızlı öğrenme yeteneği ve karmaşık problem çözme becerileri ile tanınan bireylerdir. Bu bireyler, standart eğitim programlarından daha fazlasını gerektirebilirler çünkü akademik ve entelektüel ihtiyaçları genellikle normların üzerindedir (Rimm vd., 2018)

- *Zihinsel engeli bulunan bireyler:* Zihinsel gelişimlerinde gerilik veya yetersizlik olan bireyler, özel eğitim kapsamında bireyselleştirilmiş eğitim programları ile desteklenir. Bu bireyler, günlük yaşam becerileri ve akademik başarıları için ek desteğe ihtiyaç duyarlar (Kauffman vd., 2017).

Özel gereksinimli çocukların eğitim ve sosyal gereksinimlerinin kapsamlı bir şekilde karşılanması için, özel olarak eğitilmiş personelin görev aldığı, bu öğrencilerin özel ihtiyaçlarına yönelik hazırlanmış özel eğitim programları sunulmaktadır (Francisco vd., 2020; Lujan, 2020; MEB, 2018; Özsoy vd., 2002).

Özel eğitim, bireylerin eğitim hakkını ve fırsat eşitliğini sağlamada kritik bir rol oynar. Eğitimde fırsat eşitliği, tüm bireylerin yeteneklerine ve ihtiyaçlarına uygun eğitim almalarını gerektirir. Özel eğitim, bu amaca ulaşmayı hedefler ve bireylerin topluma aktif ve bağımsız bireyler olarak katılmalarına olanak tanır (Turnbull vd.,1995). Özel eğitim, belirli planlı ve sistematik programlar ile destekleyici ortamlar sunarak, sosyal, akademik veya mesleki potansiyelleri farklı olan bireylerin ihtiyaçlarını karşılayan bir eğitim türüdür. Bu eğitim, normalin dışında olan bireylerin gereksinimlerine odaklanır ve onların başarıya ulaşmasını hedefler (Cooc, 2019).

Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı özel eğitim kurumlarına baktığımızda, bu eğitimin normal okullardan ayrı olarak özel eğitim okulları ve rehabilitasyon merkezlerinde verilebildiği gibi, özel eğitim gereksinimi olan bireylerin yaşlılarıyla birlikte eğitim gördüğü okullarda bulunan özel eğitim sınıflarında da verilebilmektedir. Özel eğitim alanında hem kamuya ait kurumlar hem de özel kuruluşlar çalışmalarını sürdürmektedir (Erim & Caferoğlu, 2012; Eurydice, 2018).

Özel gereksinimli bireylerin eğitiminde, tıpkı normal gelişen bireylerin eğitiminde olduğu gibi amaç, onların başkalarına bağımlı olmadan kendi başlarına yetebilmeleri ve üretken bireyler haline gelmeleridir. Bu durum hem bireylerin hem de toplumla bütünleşmeleri açısından büyük önem taşır. Özel eğitim gerektiren bireylerin eğitiminde istenilen hedeflere ulaşmak, bireysel farklılıkların ve engel türlerinin dikkate alınması ve uygun eğitim ortamı ile mümkündür. Böylece, bireylerin kendi potansiyellerini keşfetmeleri ve topluma katkıda bulunabilecek beceriler geliştirmeleri sağlanır (MEB, 2018; Uçar, 2022).

Özel eğitim, üstün özelliklere sahip bireylerin yeteneklerini en üst seviyeye çıkarmayı hedeflerken, aynı zamanda yetersizliklerin engel haline dönüşmesini engellemeye çalışır. Bu eğitim yaklaşımı, her bireyin farklı yeteneklerini ve zorluklarını dikkate alarak kişiselleştirilmiş bir destek sağlar. Özel eğitim, özel gereksinimli bireylerin kendilerine yeter hale gelmelerini ve topluma katılmalarını teşvik eder. Bu süreç, bireylerin günlük yaşam becerilerini, sosyal etkileşimlerini ve akademik başarılarını artırarak onların bağımsızlıklarını güçlendirir. Böylelikle, özel eğitim alan bireyler sosyal bağlarını kuvvetlendirebilir ve daha iyi bir yaşam kalitesine sahip olabilirler (Ataman, 2011; Boyraz Eser & Tavil, 2025).

Özel eğitimde fen eğitimi, öğrenme güçlüğü yaşayan bireylerin fen bilimleri alanındaki bilgi ve becerilerini geliştirmeye yönelik önemli bir eğitim alanıdır. Bu alan, sadece fen eğitimi açısından değil, aynı zamanda özel eğitim gereksinimleri olan öğrencilerin genel eğitim süreçlerinde daha etkin ve verimli bir şekilde yer almaları açısından da büyük önem taşımaktadır (Karaer & Melekoğlu, 2020; Türker & Tekinarslan, 2020).

Fen eğitimi, bireylerin çevrelerindeki dünyayı anlamaları, eleştirel düşünme becerileri kazanmaları ve bilimsel süreçleri

kavramaları için temel bir araçtır (İlik, 2009; Karamustafaoğlu, Boz & Değirmenci, 2020; Temizyürek, 2003). Fen etkinlikleri, çocukların doğal merakını beslerken, onların bilimsel araştırma ve keşif süreçlerine aktif katılımlarını sağlar (İlik, 2009; Temizyürek, 2003).

Harlan ve Rivkin'e (2004) göre, fen eğitimi, özel gereksinimi olan bireylerin bilişsel, sosyal-duygusal, fiziksel, dil ve öz bakım becerilerini geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Özel eğitim öğrencileri için fen eğitimi günlük hayatla bağlantı kurmaları, üst düzey düşünme becerileri geliştirmeyi, araştırmaya dayalı öğrenmeyi ve ekip çalışması gibi çeşitli faydalar sağlamaktadır (Spektor-Levy & Yifrach, 2019). Yine Çevik (2016) fen bilimlerinin, temel beceri gerektiren işlerin nasıl yapıldığını öğretmede önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır.

Özel gereksinimli öğrencilerin fen bilimlerinde zayıf performans gösterdikleri bazı çalışmalarla belirlenmiştir (Aydeniz, vd., 2012; Brigham vd., 2011; Fleischman ve diğerleri, 2010; Grigg, Lauko & Brockway, 2006; Steele, 2004). Steele (2004), öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sürekli dikkat, fene karşı tutum ve sosyal beceriler gibi belirli alanlarda davranışsal olarak zorluklar yaşadığını ve bunların hepsinin genel eğitim ortamındaki başarıyı da etkilediğini ifade etmektedir.

Buna göre özel eğitimde fen eğitiminin önemi, bu bireylerin bilimsel bilgiye erişimlerini artırmak ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemleri çözme yeteneklerini geliştirmek açısından daha da belirgin hale gelmektedir (Balçın & Yıldırım, 2021). Son yıllarda, özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların sayısında önemli bir artış gözlemlenmektedir. Bu çalışmalar, genellikle fen eğitiminin özel eğitim gereksinimleri olan öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemekte ve bu öğrencilere yönelik çeşitli öğretim stratejileri ve materyalleri geliştirmeyi hedeflemektedir

(Çeken, 2021). Örneğin Scruggs ve Mastropieri (2007) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, özel gereksinimli öğrencilerin çoğunun somut ve uygulamalı fen materyallerinden büyük fayda sağladığını göstermiştir. Ayrıca özel gereksinimli öğrencilerin, fen bilimleri etkinliklerinde beklenenden daha fazla keyif aldıkları ve bu süreçte daha az davranış problemi yaşadıkları belirtilmiştir. İlik (2009), doğrudan öğretim yönteminin; Boyle (2011), stratejik not alma yönteminin; Kim ve Linan-Thompson (2013), öz-düzenleme stratejisinin; Botsas (2017), öyküleyici ve bilgilendirici metinlerin; McGrath ve Hughes (2018), sorgulama temelli öğretim yöntemin, Biçer (2019), STEM yaklaşımının; Israel, Wang ve Marino (2016), video oyun destekli eğitimin; Griffin, Simmons ve Kameenui (2006), grafik düzenleyicilerin öğrenme güçlüğü yaşayan çocuklarda, fen bilimleri kavramlarını öğrenmedeki etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmaları sonucunda bu yöntemlerin olumlu etkilerine dair sonuçlara ulaşmışlardır.

Bu durum oldukça ümit vericidir. Çünkü uygun öğrenme koşulları sağlandığında özel gereksinimli öğrencilerin yol katedebildikleri görülmektedir. Zira, Kohli vd. (2018) ve Jiménez-Aleixandre vd.,'e (2000) göre, özel gereksinimli sınıftaki öğrenme güçlüğü çeken çocuklara uygun destek eğitimi verildiğinde, bu çocuklar yaşlarına uygun akademik seviyelere ulaşma potansiyeline sahiptirler.

Ne yazık ki, alan yazında özel gereksinimli öğrencilerle yapılan çalışmalardan olumsuz sonuçlar da ortaya çıkmıştır. Örneğin, Dilber (2017), fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenme güçlüğü tanısı almış kaynaştırma öğrencileriyle yürüttükleri öğretim süreçlerini araştırmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, fen bilimleri öğretmenlerinin büyük bir kısmı, öğrenme güçlüğü yaşayan öğrenciler için özel deneyler düzenlememektedir. Bunun yerine, bu öğrencileri sınıftaki diğer öğrencilerle aynı seviyede gerçekleştirilen deneylere dahil etmektedirler. Bu bulgu, fen bilimleri

öğretmenlerinin öğrenme güçlüğü tanısı konmuş öğrencileri, normal gelişim gösteren öğrenciler gibi kabul ederek deneyler yaptıkları sonucunu ortaya koymuştur. Bir başka çalışmada Nas ve Dilber (2020), fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenme güçlüğü tanısı konmuş kaynaştırma öğrencileriyle yürüttükleri öğretim süreçlerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçları, fen bilimleri öğretmenlerinin özgül öğrenme güçlüğü yaşayan öğrenciler için özel uygulamalar yapmadıklarını ve bu öğrencilerle ilgili özel deneyler gerçekleştirmediklerini ortaya koymuştur. Eğitim-öğretim en üst basamağında yer alan yükseköğretimde yapılan bir çalışma da bu alandaki eksiklikleri gün yüzüne çıkararak adeta gerçekleri yüzümüze vurmaktadır. Gökdağ ve Ünlü (2023), yaptıkları çalışmaları sonucunda, öğretim elemanlarının sınıflarındaki özel gereksinimli öğrencilerinin yetersizlik çeşitleriyle ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları, akademik uyarlamalara ilişkin kendilerini yeterli hissetmedikleri, görevli oldukları kurumların erişilebilirlik açısından yeterli düzeyde olmadığı, üniversitede görevli tüm personelin özel gereksinimi olan öğrencilerle ilgili farkındalıklarının düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlardan yola çıkarak, farkındalığı artırıcı çalışmaların yapılması gerektiği konusunda önerilerde bulunmuşlardır.

Özel eğitimle ilgili yapılan çalışmalara fen eğitimi özelinde baktığımızda, bu alandaki çalışmaların genel bir resmini sunmak ve araştırma trendlerini belirlemek açısından önemli olacaktır. Bu çalışmanın amacı, özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini yaparak, bu alandaki mevcut durumu ve araştırma trendlerini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, son yıllarda ilgili alanda yapılan yayınlar incelenmiş ve bu yayınların genel özellikleri analiz edilmiştir. Böylece, özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalara ilgi duyan araştırmacılara yol göstermek hedeflenmiştir. Bu amaçla, aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, yıllara göre dağılımları nasıldır?

2. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, yayın yapılan indekslere göre dağılımı nasıldır?

3. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, yayın yapan yazarların dağılımı nasıldır?

4. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, yazarlar arası ilişkiye göre dağılımı nasıldır?

5. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, WOS kategorilerine göre dağılımı nasıldır?

6. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, anahtar kelimelere göre ilişkisel dağılımı nasıldır?

7. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, yayın yapılan ülkelere göre yayın sayısı dağılımı nasıldır?

8. Fen eğitiminde özel eğitim konulu WOS veri tabanındaki çalışmaların, yayın yapılan ülkelere göre ilişkisel dağılımı nasıldır?

Yöntem

Bu araştırmada bibliyometrik analiz yapılmıştır. Bibliyometrik analiz, bilimle ilgili karar verme süreçlerinde önemli bir araç olarak görülmektedir. Aynı zamanda, dergilerin, kurumların ve üniversitelerin dünya çapındaki sıralamalarında giderek daha fazla kullanılmaktadır (Ellegaard & Wallin, 2015).

Bibliyometrik analiz, belirli bir araştırma alanındaki yayınların sayısını, bu yayınların yapısını, yayıncılarını ve atıf sayılarını inceleyerek alanın genel durumunu ortaya koyar (Erdem ve diğerleri, 2021). Bu yöntem, özel eğitimde fen eğitimi alanında yapılan çalışmaların kapsamını, yaygınlığını ve etki düzeyini

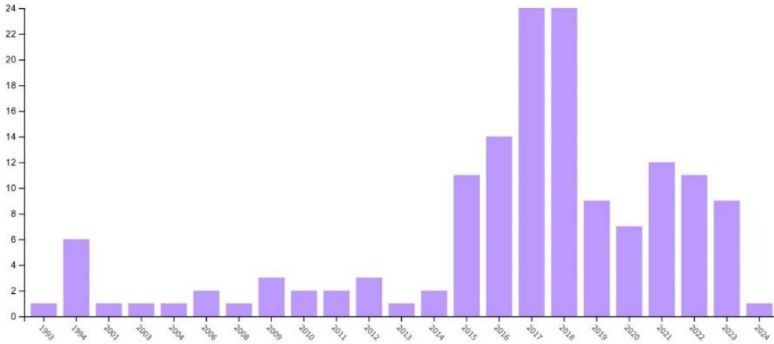
belirlemek için kullanıldığında, bu alandaki eksikliklerin ve gelecekteki araştırma ihtiyaçlarının belirlenmesine yardımcı olur (Yazıcıoğlu & Kızılaslan, 2021).

Araştırmada analizi yapılan çalışmalar, en geniş kapsamlı veri tabanı olması (Mongeon & Paul-Hus, 2016) Web of Science'ta (WoS) yer alan çalışmalardır. Çalışmaların taranması, "TOPIC ("special education")" AND "TOPIC ("science education")" kelimeleri dikkate alınarak yapılmıştır. İndirmeler gerçekleştirilirken herhangi bir tarih kısıtlaması yapılmaksızın (12.06.2024 tarihine kadar), WoS'da yer alan tüm dergiler seçilmiş, çalışmanın kapsamına uymayan araştırmalar elenmiş ve sonuçta 148 çalışma araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırmada verilerin analizi için kullanılan VOSviewer programı, ağ verilerine dayalı haritalar oluşturmak ve bu haritaları görselleştirmek için geliştirilen açık kaynak bir yazılımdır (Van Eck & Waltman, 2022). Program, bilimsel araştırma alanının kavramsal, toplumsal ve entelektüel özelliklerini, gelişim sürecini ve dinamiklerini görsel materyallerle sergilemeyi amaçlamaktadır (Gupta, 2021).

Bulgular

Özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımını görmek amacıyla yapılan analiz sonucunda (Grafik 1) ilk çalışmanın 1993'te yayınlandığı, en fazla çalışmanın 2017 ve 2018'de yayınlandığı, daha sonraki yıllarda ise çalışma sayısında azalma olduğu görülmektedir.

Grafik 1. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı



Özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların yayın yapılan indexlere göre dağılımına bakıldığında ise en fazla yayının SSCI ve CPCI da en az yayının ise Book Citation Index– Science (BKCI-S) te yapıldığı görülmektedir (Şekil 1).

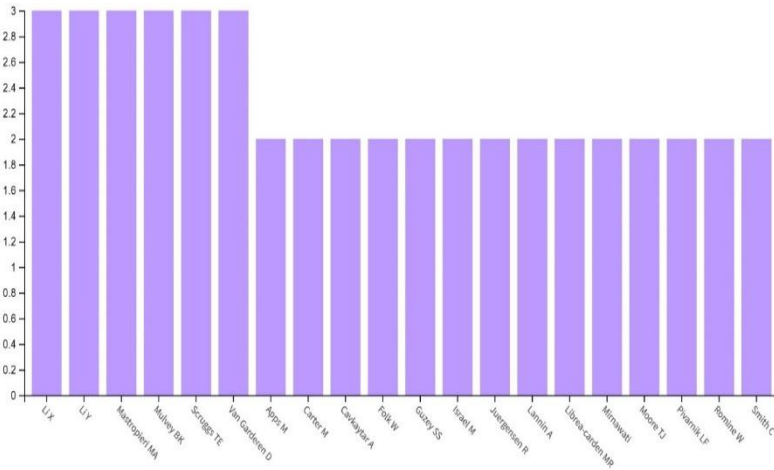
Şekil 1. Çalışmaların Indexlere Göre Dağılımı



Özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların yazar dağılımları ve yazarlar arası ilişkilerin belirlenmesi için yapılan analiz sonuçları Grafik 2, Şekil 2 ve Şekil 3 oluşturulmuştur. Grafik

2 incelendiğinde bu konuda en fazla yayın yapan yazarların Li X, Li Y, Mastropieri MA, Mulvey BK, Scruggs TE, Van Garderen D olduğu görülmektedir. Özel eğitimde fen eğitimi alanında yayın yapan yazarlar arasındaki ilişkiye bakıldığında en fazla ilişkinin Librea-Carden ve Tanzimul'da olduğu görülmektedir (Şekil 2). Ayrıca bu ilişkinin son yıllarda Librea-Carden, Wiley, Tanzimul ve Borgerding arasında yoğunlaştığı Şekil 3'de görülmektedir.

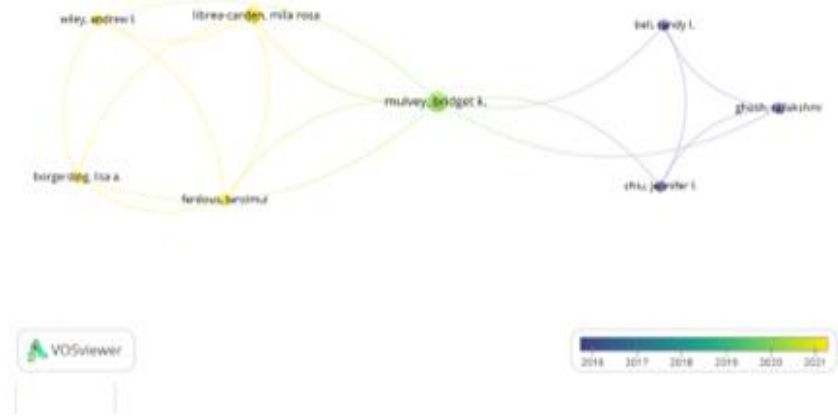
Grafik 2. WOS veri tabanındaki çalışmaların yazar dağılımı



Şekil 2. Yazarlar Arasındaki İlişki



Şekil 3. Yazarlar Arasındaki İlişkinin Zamana Göre Dağılımı



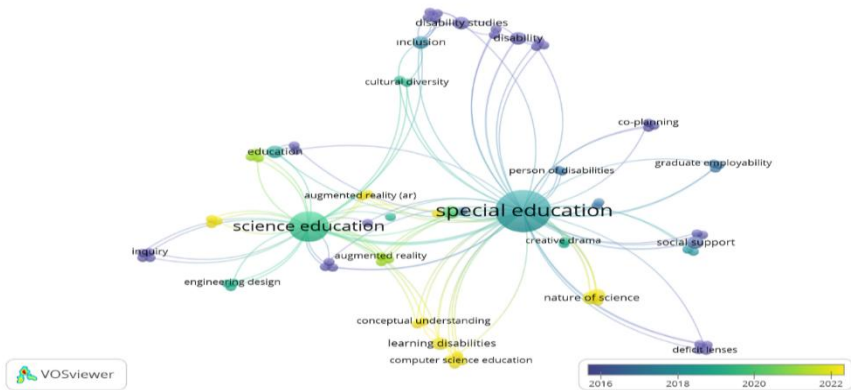
Özel eğitimde fen eğitimi alanında yapılan yayınların WOS kategorilerine göre dağılımında en fazla Education Educational Research ve Education Special kategorilerinde ez az ise Art kategorisinde yayın bulunmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4. WOS Kategorilerine Göre Dağılımı



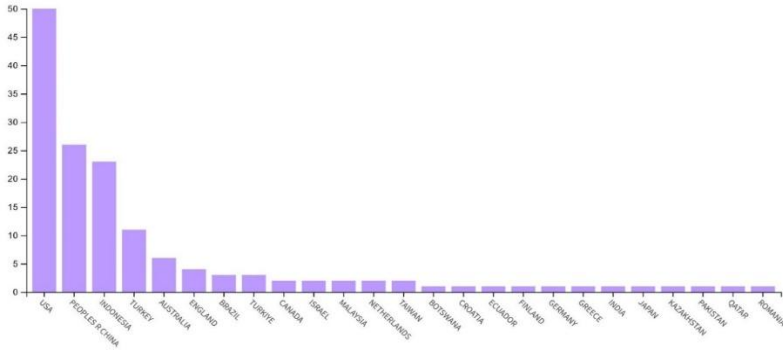
Özel eğitimde fen eğitimi alanında yapılan yayınların anahtar kelimelere göre ilişkisel dağılımına bakıldığında “special education”, “science education”, “disability”, “disability education”, anahtar kelimeleri göze çarpmaktadır. (Şekil 5). Kullanılan anahtar kelimelerin yıllara göre ilişkisine bakılınca ise son yıllarda “nature of science” “learning disabilities” conceptual understanding”, “augmented reality” kavramları dikkat çekmektedir.

Şekil 5. Anahtar Kelimelere Göre İlişkisel Dağılımı



Özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yayın yapılan ülkelere göre yayın sayısı dağılımında en fazla yayının USA'da olduğu ve onu da Çin, Endonezya ve Türkiye'nin izlediği görülmektedir (Grafik 3). En az yayının ise Romanya, Katar, Pakistan, Kazakistan ve Japonya ülkelerinde olduğu belirlenmiştir.

Grafik 3. Yayın Yapılan Ülkelere Göre Yayın Sayısı Dağılımı



Özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yayın yapılan ülkeler arasındaki ilişkisel dağılıma bakıldığında (Şekil 6) ise ülkelerin birbirleri ile işbirliği içerisinde herhangi bir çalışmaya katılmadığı görülmektedir.

Şekil 6. Yayın Yapılan Ülkeler Arasındaki İlişkisel Dağılımı



Sonuç, Tartışma Ve Öneriler

Bu çalışma, özel eğitimde fen eğitimi konusundaki bibliyometrik analiz sonuçlarını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili ilk çalışmanın 1993 yılında, en fazla yayının 2017 ve 2018 yıllarında yapıldığı, sonraki yıllarda ise bir azalma olduğu yönündedir. Bu durum, belirli dönemlerde özel eğitimde fen eğitimi konusuna olan ilginin arttığını, ancak daha sonra azaldığını göstermektedir. Özel eğitimde, özellikle de özel yeteneklilerin eğitimindeki yenilikçi anlayış ve yaklaşımların yanında yasal düzenlemelerin uluslararası kriterler esas alınarak birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de şekillendiği söylenebilir. Buna bağlı olarak 2000’li yılların ortasına gelindiğinde özel yeteneklilerin eğitimleriyle ilgili stratejik eylem planının çıkarılması, lisans ve lisansüstü düzeyinde özel yeteneklilerin eğitimi anabilim dallarının yaygınlaşmaya başlamasıyla özel eğitimi alanı çalışmaları ivme kazanmıştır (Arslan vd., 2025).

Elde edilen bir diğer sonuç da, özel eğitimde fen eğitimiyle ilgili yapılan çalışmaların en fazla SSCI ve CPCI indekslerinde, en az yayının ise Book Citation Index– Science (BKCI-S) indeksinde yayınladığıdır. Bu, özel eğitimde fen eğitimi çalışmalarının prestijli indekslerde yer aldığını ve bu alandaki araştırmaların yüksek akademik standartlara sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırmada elde edilen bir başka sonuç, özel eğitimde fen eğitimiyle ilgili en fazla yayın yapan yazarların sırasıyla Li X, Li Y, Mastropieri MA, Mulvey BK, Scruggs TE, Van Garderen D olduğu ve yazarlar arasındaki ilişkiye bakıldığında ise en fazla ilişkinin Librea-Carden ve Tanzimul’da olduğu dikkati çekmektedir. Ayrıca yazarların aralarında ilişkinin son yıllarda Librea- Carden, Wiley, Tanzimul ve Borgerding arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu yazarların özel eğitimde fen eğitimi alanına

işbirliği yaparak önemli katkılarda bulunduklarını ortaya koymaktadır.

Yayınların WOS kategorilerine göre dağılımı incelendiğinde, en fazla yayın yapılan kategorilerin "Education Educational Research" ve "Education Special" olduğu görülmektedir. Bu bulgu, özel eğitimde fen eğitimi konusunun eğitim araştırmaları ve özel eğitim kapsamında sıkça ele alındığını ve bu alanların bibliyometrik açıdan zengin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, anahtar kelimelere göre yapılan analizde "special education", "science education", "disability", "disability education" gibi anahtar kelimelerin öne çıkması, araştırmaların genellikle bu temalar etrafında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Kullanılan anahtar kelimelerin yıllara göre ilişkisine bakıldığında ise son yıllarda “nature of science” “learning disabilities” conceptual understanding”, “augmented reality” kavramları dikkat çekmektedir. Millar (2004), “nature of science” yani bilimin doğası ve fen ve toplum gibi sosyobilimsel alanların geleneksel öğretim programlarına eklenmesiyle, fen eğitimi konusunda daha çok öğrenciye hitap edildiğini belirtmektedir. The Council for Exceptional Children (2022; akt. Levels, 2025), öğretmenlerin, özel gereksinimli öğrenciler de dahil olmak üzere tüm öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak için teknoloji kullanımını desteklemek amacıyla mesleki gelişime ve kaynaklara erişimlerinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Buna paralel olarak özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalarda son zamanlarda “augmented reality “yani artırılmış gerçeklik uygulamalarına ağırlık verildiğini göstermektedir (Alqarni, 2021; Checa-Domene vd., 2024; Rapti, Gerogiannis & Soulin, 2023; Turan & Atila, 2025).

Yayın sayısı dağılımında en fazla yayının sırasıyla ABD, Çin, Endonezya ve Türkiye'de yapıldığı tespit edilmiştir. Bu durum, söz konusu ülkelerin özel eğitimde fen eğitimi konusuna verdikleri önemi ve bu alandaki bilimsel üretkenliklerini yansıtmaktadır.

Özellikle ABD'nin bu alandaki lider konumu, ülkenin eğitim araştırmalarındaki güçlü altyapısını ve akademik çevrelerin bu konuya olan ilgisini ortaya koymaktadır (Wang vd., 2016). Özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yayın yapılan ülkeler arasındaki ilişkisel dağılıma bakıldığında ise ülkelerin birbirleri ile işbirliği içerisinde herhangi bir çalışmaya katılmadığı görülmüştür.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, özel eğitimde fen eğitimi konusundaki yayın sayısının nispeten az olduğu, ancak yayımlanan çalışmaların prestijli indekslerde yer aldığı, bu alanda başı çeken ülkelerden birinin de Türkiye olduğu görülmektedir. Bu durum, alandaki çalışmaların kalitesinin yüksek olduğunu, ancak daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir. Gelecek araştırmaların bu alandaki bilgi boşluklarını dolduracak nitelikte olması ve özel eğitimde fen eğitimi konusuna daha fazla katkı sağlaması beklenmektedir. Bu çalışmalar, hem akademik hem de pratik açıdan önemli sonuçlar doğurabilir ve özel eğitimde fen eğitiminin gelişimine katkıda bulunabilir.

Bu çalışma WoS veri tabanında, 1993- 2024 tarihleri arasındaki özel eğitimde fen eğitimi ile ilgili yayınları kapsamaktadır. Bu nedenle ilerleyen zamanda çalışmanın farklı veri tabanları ile ele alınması, gelecekte yapılabilecek çalışmalara farklı katkılar sağlayabilir. Böylece daha kapsamlı ve birbiriyle ilişkilendirilmiş sonuçlar da elde edilebilir.

Kaynakça

Alqarni, T. (2021). Comparison of augmented reality and conventional teaching on special needs students' attitudes towards science and their learning outcomes. *Journal of Baltic Science Education*, 20(4), 558-572. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.558>

Aral, N., & Gürsoy, F. (2007). *Özel eğitim gerektiren çocuklar ve özel eğitime giriş*. Morpa.

Aral, N. & Gürsoy, F. (2011). *Özel eğitim gerektiren çocuklar ve özel eğitime giriş*. Morpa.

Aslan, S., Keten, H., Doğu, O., Erdem, E. Ve Keten, E. (2025). Özel eğitim öğrencilerine yönelik uygulamaların literatürel bağlamda incelenmesi. *International Journal of Social Sciences*, 9(38), 283-296.

Ataman, A. (2011). *Özel gereksinimli çocuklar ve özel eğitime giriş*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

Aydeniz, M., Cihak, D. F., Graham, S. C., & Retinger, L. (2012). Using inquiry-based instruction for teaching science to students with learning disabilities. *International Journal of Special Education*, 27(2), 189-206.

Balçın, M. D., & Yıldırım, M. (2021). Kaynaştırma öğrencilerinin fen bilimleri dersi STEM çalışmalarının değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 22(2), 307-341.

Biçer, A. (2019). *STEM yaklaşımına dayalı elektrik devre elemanları konusu öğretiminin 5. sınıf özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Aksaray Üniversitesi.

Botsas, G. (2017). Differences in strategy use in the reading comprehension of narrative and science texts among students

with and without learning disabilities. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 15(1), 139-162.

Boyle, J. R. (2013). Strategic note-taking for inclusive middle school science classrooms. *Remedial and Special Education*, 34(2), 78-90.

Boyras Eser, G., & Tavi, Y. Z. (2025). Zihinsel yetersizlikten etkilenmiş yetişkin bireylerin ailelerine mahremiyet gerektiren kişisel bakım becerilerinin öğretimine ilişkin gereksinimlerinin belirlenmesi. *21. Yüzyılda Eğitim Ve Toplum*, 14(40), 71-97.

Brigham, B. J., Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2011). Science education and students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 223-232. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00343.x>

Checa-Domene, L., García-Martínez, I., Gavín-Chocano, O. & García-Valdecasas Prieto, M. (2024) Augmented and virtual reality as a teaching resource to attend to the diversity of students with special educational needs: a systematic review. *European Journal of Special Needs Education*, 39(5), 709-728, <https://doi.org/10.1080/08856257.2023.2282247>

Cooc, N. (2019). Teaching students with special needs: International trends in school capacity and the need for teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 83, 27-41.

Çeken, R. (2021). Özel eğitim etkinliklerinde kullanılan fen öğretimi materyallerine disiplinlerarası bir bakış. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 122-146.

Çevik, M. (2016). Fen bilimleri dersinde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretimde öğrenim görmekte olan hafif düzeyde zihinsel engeli sahip öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. *Education Sciences*, 11(1), 36-48.

Dilber, Y. (2017). *Fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenme güçlüğü tanılı kaynaştırma öğrencileri ile yürüttükleri öğretim sürecinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Ellegaard, O., & Wallin, J. A. (2015). The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact?. *Scientometrics*, 105, 1809-1831.

Erdem, R., Ünay, E., & Çakıroğlu, O. (2021). Covid-19 sürecinde özel eğitimde uzaktan eğitime yönelik ebeveynlerin görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*. 52, 465-479.

Erim, G., & Caferoğlu, M. (2012). Görsel sanatlar eğitimi dersinin zihinsel engelli çocuklara katkısının özel eğitim öğretmenlerinin görüşleriyle belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 321-342.

Eripek, S. (Ed.). (2002). *Özel eğitim*. Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.

Eurydice (2018). *İlköğretim ve ortaöğretim okullarında özel eğitim uygulamaları* https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/special-education-needs-provision-within-mainstream-education-86_tr sayfasından erişilmiştir.

Fleischman, H. L., Hopstock, P. J., Pelczar, M. P., & Shelley, B. E. (2010). *Highlights from PISA 2009: Performance of U.S. 15-year old students in reading, mathematics, and science literacy in an international context* (NCES 2011-004).

Francisco, M. P. B., Hartman, M., & Wang, Y. (2020). Inclusion and special education. *Education Sciences*, 10(9), 238-254. <https://doi.org/10.3390/educsci10090238>

Gökdağ, A., & Ünlü, Ö. (2023). Higher education instructors with special needs students: challenges and recommendations. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 17(Özel Sayı), 471-507. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1359140>

Griffin, C. C., Simmons, D. C., & Kameenui, E. J. (2006). Investigating the effectiveness of graphic organizer instruction on the comprehension and recall of science content by students with learning disabilities. *Journal of Reading, Writing & Learning Disabilities*, 7, 355-376. <https://doi.org/10.1080/0748763910070407>

Grigg, W., Lauko, M., & Brockway, D. (2006). *The Nation's report card: Science 2005* (NCES 2006 466). <http://nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/main2005/2006466.pdf>

Gupta, N. (2021). Trends in IoT research: A bibliometric and science mapping analysis of internet of things. *Library Philosophy and Practice*, 5269, 1-18.

Harlan, J. D., & Rivkin, M. S. (2004). *Science experiences for the early childhood years: An integrated affective approach* (8th ed.). Pearson Prentice Hall.

İlik, Ş. Ş. (2009). *Hafif düzeyde öğrenme güçlüğüne sahip öğrencilerde doğrudan öğretim yönteminin fen ve teknoloji dersine ilişkin kavramların öğretiminde etkililiğinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi.

Israel, M., Wang, S., & Marino, M. T. (2016). A multilevel analysis of diverse learners playing life science video games: Interactions between game content, learning disability status, reading proficiency, and gender. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(2), 324-345.

Karamustafaoğlu, O., Boz, Ö., & Değirmenci, S. (2020). TR dizinli dergilerde yayınlanmış fen eğitimi makaleleri: 2015'ten günümüze yöntem analizi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 39(1), 185-201.

Kauffman, J. M., & Landrum, T. J. (2013). *Characteristics of emotional and behavioral disorders of children and youth*. Pearson.

Kauffman, J. M., Hallahan, D. P., & Pullen, P. C. (Eds.). (2017). *Handbook of special education*. Taylor & Francis.

Kırcaali-İftar, G. (1998). Özel gereksinimli bireyler ve özel eğitim. Süleyman Eripek (Ed.) *Özel eğitim içinde*, (3-13). Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Kim, W., & Linan-Thompson, S. (2013). The effects of self-regulation on science vocabulary acquisition of English language learners with learning difficulties. *Remedial and Special Education*, 34(4), 225-236.

Kohli, A., Sharma, S., & Padhy, S. K. (2018). Specific learning disabilities: Issues that remain unanswered. *Indian journal of psychological medicine*, 40(5), 399-405.

Lerner, J. W., & Johns, B. (2011). *Learning disabilities and related mild disabilities: Teaching strategies and new directions*. Cengage Learning.

Levels, E. (2025). *Learning management systems special needs support In K-12 schools: A qualitative phenomenological study*. Doctoral Dissertation, Liberty University.

Lujan, S. E. (2020). *The importance of administrative support for special education teachers*. Doctoral Dissertation. Educational Administration and Leadership. University of the Pacific. https://scholarlycommons.pacific.edu/uop_etds/3669.

McGrath, A. L., & Hughes, M. T. (2018). Students with learning disabilities in inquiry-based science classrooms: A cross-case analysis. *Learning Disability Quarterly*, 41(3), 131-143. <https://doi.org/10.1177/0731948717736007>

Millar, R. (2004). Public understanding of and attitudes toward, scientific research: What we know and what we need to know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273-294.

Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Özel eğitim hizmetleri yönetmeliği*, Ankara

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213-228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>

Nas, S. E., & Dilber, Y. (2020). Fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenme güçlüğü tanılı kaynaştırma öğrencileri ile yürüttükleri öğretim sürecinin incelenmesi. *Kastamonu Education Journal*, 28(4), 1800-1816.

Özsoy, Y., Özyürek, M., & Eripek, S. (2002). *Özel eğitime muhtaç çocuklar: "özel eğitime giriş"*. Karatepe Yayınları.

Pfeiffer, S. I. (2003). *Handbook of human development for health care professionals*. Jones and Bartlett Publishers.

Rapti,D., Gerogiannis, D. & Soulis, S-G. (2023). The effectiveness of augmented reality for English vocabulary instruction of Greek students with intellectual disability, *European Journal of Special Needs Education*, 38(2), 185-202, <https://doi.org/10.1080/08856257.2022.2045816>

Rimm, S. B., Siegle, D., & Davis, G. A. (2018). *Education of the gifted and talented* (pp. 233-236). Pearson.

Schirmer, B. R. (2000). *Language and literacy development in children who are deaf*. Allyn & Bacon.

Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2007). Science learning in special education: The case for constructed versus instructed learning. *Exceptionality*, 15(2), 57-74.

Spektor-Levy, O., & Yifrach, M. (2019). If science teachers are positively inclined toward inclusive education, why is it so difficult? *Research in Science Education*, 49, 737-766.

Steele, M. M. (2008). Helping students with learning disabilities succeed. *The Science Teacher*, 75(3), 38-42.

Temizyürek, K. (2003). *Fen öğretimi ve uygulamaları*. Nobel Yayıncılık.

Turnbull, A., Turnbull, R., & Wehmeyer, M. L. (1995). *Exceptional lives: Special education in today's schools*. Pearson.

Turan, Z. & Atila, G. (2021). Augmented reality technology in science education for students with specific learning difficulties: its effect on students' learning and views. *Research in Science & Technological Education*, 39 (4), 506-524.

Türker, Ç., & Tekinarslan, İ. Ç. (2020). Zihin yetersizliği olan öğrenciye fen bilimleri dersinde uygulanan tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinin etkililik ve verimliliklerinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 623-643.

Uçar, B. (2022). *Özel eğitim gerektiren bireylerin öz bakım becerilerinin geliştirilmesinde görsel sanatlar eğitiminin rolü*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.

Yazıcıoğlu, T., & Kızılaslan, A. (2021). Zihinsel yetersizliği olan öğrencilere fen eğitimi: Yöntem ve Stratejiler. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(4), 2241-2261.

Wang, Y., Li, X., & Zhang, Y. (2016). A bibliometric analysis of research on special education in science education journals. *International Journal of Science Education*, 38(6), 941-958.

KAPSAYICI VE TEKNOLOJİ
DESTEKLİ
FEN EĞİTİMİ
TEORİ, UYGULAMA VE EĞİLİMLER

