

21. YÜZYILDA FEN EĞİTİMİNDE UYGULAMA YAKLAŞIMLARI VE YENİLİKÇİ ÖĞRETİM MODELLERİ

EDİTÖR

PROF. DR. ERSİN BOZKURT
DOÇ. DR. FATİH SERDAR YILDIRIM

EĞİTİM
yayınevi

21. YÜZYILDA FEN EĞİTİMİNDE UYGULAMA YAKLAŞIMLARI VE YENİLİKÇİ ÖĞRETİM MODELLERİ

Editör: Prof. Dr. Ersin Bozkurt, Doç. Dr. Fatih Serdar Yıldırım

Yayınevi Grubu Genel Başkanı: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Yavuz (yusufoyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Kübra Konca Nam

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Tasarım Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 76780

E-ISBN: 978-625-385-572-7

1. Baskı, Aralık 2025

Kütüphane Kimlik Kartı

21. YÜZYILDA FEN EĞİTİMİNDE UYGULAMA YAKLAŞIMLARI VE YENİLİKÇİ ÖĞRETİM MODELLERİ

Editör: Prof. Dr. Ersin Bozkurt, Doç. Dr. Fatih Serdar Yıldırım

III+116 s., 160x240 mm

Kaynakça var, izin yok.

E-ISBN: 978-625-385-572-7

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM
yayınevi

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42
bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Egitim Publishing Group, Inc.
P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America
americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye
+90 332 499 90 00
bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr
bilgi@kitapmatik.com.tr

EĞİTİM YAYINEVİ
GRUBU

EĞİTİM
yayınevi

SALON
yayıncıları

Kitapmatik
yayıncıları



Kitapmatik
Yayıncılık

EĞİTİM
kitabevi

İÇİNDEKİLER

DEEP (Developmentally Appropriate Early Practices) PERSPEKTİFİNDEN ERKEN ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE FEN EĞİTİMİ: TEORİDEN UYGULAMAYA BÜTÜNCÜL BİR YAKLAŞIM.....	1
--	----------

Göknur Çiğdem Bulut, Hüseyin Bulut

FEN BİLGİSİ ÖĞRETİMİNDE AKTİF ÖĞRENME YÖNTEMLERİ	13
---	-----------

Buket Geviş

FEN EĞİTİMİNDE EĞİTİM TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI: AR/VR VE SİMÜLASYONLAR.....	33
--	-----------

Buket Geviş

LİSE 9. SINIF FİZİK DERS KİTABINDA YER ALAN SORULARIN VE PROBLEMLERİN ÖĞRETİM PROGRAMINDA YER ALAN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ YÖNÜNDEN İÇERİK ANALİZİ.....	54
--	-----------

Güleser Yıldız, Ersin Bozkurt

SOSYO-BİLİMSEL KONULARDA İNFORMAL AKIL YÜRÜTME: MODELLER, GÜÇLÜKLER VE EĞİTİMSEL YANSIMALAR	101
--	------------

Semra Tanrıöver

DEEP (Developmentally Appropriate Early Practices) PERSPEKTİFİNDEN ERKEN ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE FEN EĞİTİMİ: TEORİDEN UYGULAMAYA BÜTÜNCÜL BİR YAKLAŞIM

Gökür Çiğdem Bulut**, Hüseyin Bulut ***

GİRİŞ

Erken çocukluk dönemi (0-8 yaş), bireylerin bilişsel, fiziksel, sosyal ve duygusal gelişimlerinin en hızlı olduğu kritik bir evredir. Bu dönemde çocuklar, doğuştan gelen bir merak ve keşfetme dürtüsüyle çevrelerini anlamlandırmaya çalışırlar (French, 2004). Fen eğitimi ise çocukların bu doğal eğilimlerini destekleyerek, onların bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri, eleştirel düşünme kapasitelerini artırmaları ve bilimle ilgili olumlu tutumlar edinmeleri açısından büyük önem taşımaktadır (Eshach ve Fried, 2005). Ancak, geleneksel erken çocukluk eğitimi uygulamalarında fen genellikle ikincil planda kalmakta veya yalnızca temel kavramların (renkler, şekiller) öğretimiyle sınırlandırılmaktadır (Nayfeld vd., 2011).

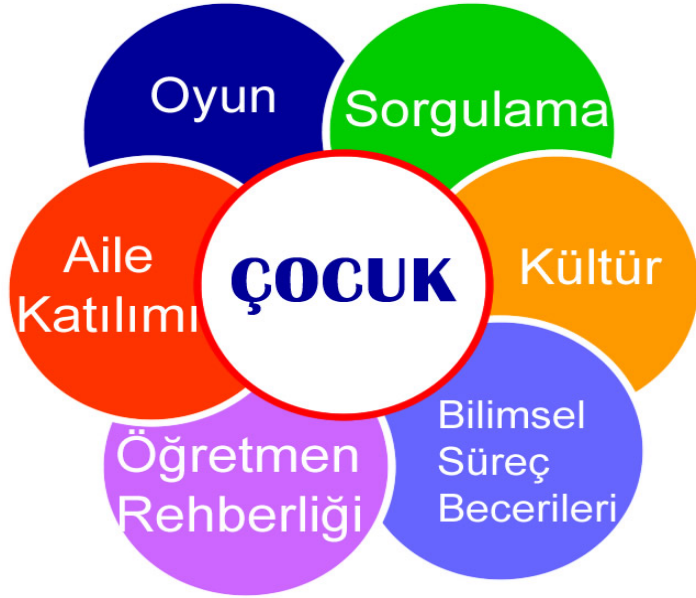
Deep (Developmentally Appropriate Early Practices- Erken Çocukluk Dönemine Uygun Gelişimsel Uygulamalar) yaklaşımı, erken çocukluk eğitiminde çocukların gelişimsel özellikleri, bireysel ihtiyaçları ve kültürel geçmişleri dikkate alınarak tasarlanmış, bütüncül ve anlamlı öğrenme deneyimleri sunulmasını savunur (Hedges, 2000). Bu perspektiften bakıldığında, fen eğitimi çocukların aktif katılım gösterdiği, sorgulama temelli ve oyunla bütünleştirilmiş bir süreç olarak kavramsallaştırılmalıdır (Fleer, 2009).

Bu kitap bölümünün amacı, Deep perspektifini temel alarak erken çocukluk döneminde fen eğitiminin teorik temellerini, temel bileşenlerini, uygulama stratejilerini, değerlendirme yöntemlerini ve karşılaşılan zorlukları kapsamlı bir şekilde incelemektir. Bölüm, erken çocukluk eğitimcileri, politika yapımcılar ve araştırmacılar için kuram ve uygulama

** Gökür Çiğdem BULUT, Cumhuriyet Ortaokulu, Milli Eğitim Bakanlığı, Erzurum.

*** Hüseyin BULUT, Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Erzurum.

arasında bir köprü oluşturmayı hedeflemektedir. Çocuğun gelişim sürecinde etkileşimde bulunduğu öğeler şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çocuğun gelişiminde etkili olan öğeler

Deep Yaklaşımının Teorik Temelleri ve Fen Eğitimi İle İlişkisi

Deep yaklaşımı, çocuk gelişimi ve öğrenme üzerine yapılan araştırmalardan elde edilen bulgulara dayanır ve çeşitli teorik temeller üzerine inşa edilmiştir. Bu temeller, fen eğitiminin nasıl yapılandırılması gerektiği konusunda önemli ipuçları sunar.

Yapılandırmacılık (Constructivism) ve Fen Keşfi: Piaget'nin bilişsel gelişim kuramı ve Vygotsky'nin sosyokültürel teorisi, Deep yaklaşımının temelini oluşturur. Piaget'e göre çocuklar, fiziksel dünyayla etkileşimleri sonucunda zihinsel şemalar oluşturur ve bilgiyi aktif olarak yapılandırır (Piaget, 1970). Fen etkinlikleri, çocukların nesneleri manipüle etmesine, gözlem yapmasına ve neden-sonuç ilişkileri kurmasına olanak tanıyarak bu süreci destekler. Vygotsky ise öğrenmenin sosyal bir süreç olduğunu ve çocukların "daha bilgili diğerleri" (öğretmenler, akranlar) ile işbirliği içinde kavramları anlamlandırdığını vurgular (Vygotsky, 1978). Fen eğitiminde akran tartışmaları ve öğretmen rehberliği, çocukların "yakınsal gelişim alanı" içinde ilerlemelerine katkıda bulunur (Robbins, 2005).

Tablo 1’de geleneksel yaklaşım ile DEEP yaklaşım arasındaki farklılıklar verilmiştir.

Tablo 1. Geleneksel yaklaşım-DEEP yaklaşım karşılaştırması

GELENEKSEL YAKLAŞIM	DEEP YAKLAŞIMI
 Bilgi Aktarıcı	 Rehber ve Kolaylaştırıcı
 Cevapları Bilen	 Sorular Soran
 Yönlendirici	 Gözlemleyici
 Müfredat Odaklı	 Çocuk Odaklı
 Doğru Cevabı Arayan	 Süreci Değerlendiren
 Teknoloji Kullanıcı	 Teknoloji Entegratörü
 Tek Yönlü İletişim	 Çok Yönlü İletişim
 Zaman Sınırlı	 Esnek Zamanlı

Sosyo-Kültürel Bağlam ve Fen Okuryazarlığı: Deep yaklaşımı, öğrenmenin kültürel bağlamdan ayrı düşünülemeyeceğini kabul eder. Çocuklar, içinde yaşadıkları kültürün fenle ilgili uygulamalarını, inançlarını ve değerlerini öğrenirler (Fleer ve Hedegaard, 2010). Örneğin, tarım toplumlarında yetişen çocuklar bitki büyüme süreçlerine dair zengin deneyimlere sahipken, kıyı bölgelerde yaşayan çocuklar gelgitler ve deniz ekosistemleri hakkında daha fazla bilgi edinebilirler. Bu nedenle, etkili bir fen eğitimi, çocukların kendi kültürel ve sosyal deneyimlerinden yola çıkmalıdır (Aikenhead, 2006).

Oyunun Rolü ve Fen Öğrenimi: Oyun, erken çocukluk döneminin en doğal öğrenme bağlamıdır. Blok oyunları, kum ve su oyunları, dramatik oyunlar, çocukların fen kavramlarını (denge, hacim, özellikler) keşfetmeleri için ideal ortamlar sunar (Pramling Samuelsson ve Asplund Carlsson, 2008). Deep yaklaşımı, öğretmenlerin çocukların oyunlarını gözlemleyerek fen öğrenme fırsatlarını belirlemelerini ve oyunu zenginleştirmelerini önerir. Örneğin, bloklarla kule yapan bir çocuk grubuna, kuleyi nasıl daha yüksek ve dengeli yapabilecekleri sorulabilir. Erken çocukluk döneminde fen eğitiminin etkileşim mekanizması Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Erken çocukluk döneminde fen eğitimi döngüsü

Beyin Gelişimi Araştırmaları ve Fen Deneyimleri: Nörobilim araştırmaları, erken yaşantıların beyin yapısını ve işlevini şekillendirmedeki kritik rolünü ortaya koymaktadır (Shonkoff ve Phillips, 2000). Zengin, uyarıcı ve duygusal olarak destekleyici öğrenme ortamları, sinir bağlantılarının güçlenmesine katkıda bulunur (Hinton vd., 2012). Karmaşık olmayan, elle yapılan fen araştırmaları, çocukların duyularını harekete geçirerek nöral yolların gelişimini destekler ve gelecekteki soyut fen kavramlarını anlamaları için bir zemin hazırlar.

Erken Çocukluk Döneminde Fen Eğitiminin Temel Bileşenleri

Deep perspektifine uygun bir fen eğitimi, birbiriyle ilişkili birkaç temel bileşenden oluşur. Bu bileşenler, fen öğreniminin kalitesini ve derinliğini belirler.

1. Bilimsel Süreç Becerilerinin Geliştirilmesi: Bilim eğitimi, zengin ve nitelikli uyarınlarla donatılmış öğrenme ortamlarında gözlem, araştırma ve inceleme yaparak çocukların hem bilimsel süreç becerilerini geliştiren hem de farklı yöntemler ile çocukların deneyimlerini düşünmelerini ve yapılandırılmalarını sağlayan bir eğitimidir (Ayvacı ve Yurt, 2016).

Fen bilimleri; Doğayı ve doğal olayları sistemli bir şekilde inceleme, anlama, değerlendirme ve yorumlama, bu bilgileri kullanarak yeni bilgiler üretme, olaylar hakkında tahminde bulunma olarak açıklanmaktadır (Kandır vd., 2012).

Erken çocukluk dönemindeki fen eğitiminin temel amacı, içerik bilgisinden ziyade bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasıdır (Michaels vd., 2008). Bu beceriler şunları içerir:

Gözlem Yapma: Çevredeki nesne ve olayları duyarlarını kullanarak ayrıntılı bir şekilde incelemek.

Sınıflandırma: Nesneleri benzerlik ve farklılıklarına göre gruplamak.

Ölçme: Nesneleri standart veya standart olmayan birimler kullanarak karşılaştırmak.

Tahmin Etme (Öngörüde Bulunma): Gözlemlere dayanarak olası sonuçlar hakkında fikir yürütmek.

Çıkarım Yapma: Gözlemler ve ön bilgiler ışığında açıklamalar geliştirmek.

Veri Toplama ve Kaydetme: Bulguları çizelge, grafik veya çizimlerle belgelemek (Harlen ve Qualter, 2018).

2. Fen ve Mühendislik Uygulamalarının Entegrasyonu: Günümüzde fen eğitimi, mühendislik tasarım süreçleriyle daha fazla bütünleştirilmektedir. Çocuklar, bir problemi tanımlamaya, olası çözümler üretmeye, modeller oluştırmaya ve bu modelleri test etmeye teşvik edilir (NGSS Lead States, 2013). Örneğin, "Rüzgarda uçmayan bir kağıt uçak nasıl yapılır?" sorusu, çocukları bir mühendislik tasarım döngüsüne sokar.

3. Proje Tabanlı Öğrenme ve Sorgulama (Inquiry): Deep yaklaşımı, çocukların kendi sorularından yola çıkan ve derinlemesine araştırma fırsatı sunan proje tabanlı öğrenmeyi destekler (Katz ve Chard, 2000). Bir "yapışkanlık" projesi, çocukların farklı yapıştırıcıları test etmesini, hangi malzemelerin birbirine yapıştığını keşfetmesini ve sonuçlarını sergilemesini içerebilir. Bu süreç, öğretmenin rolünü bir bilgi aktarıcısından, rehberlik eden ve sorgulamayı teşvik eden bir kolaylaştırıcıya dönüştürür.

4. Konuşma ve Dil Gelişimi: Fen, dil gelişimi için zengin bir bağlam sunar. Çocuklar, gözlemlerini tanımlamak, fikirlerini paylaşmak ve

tartışmak için yeni kelimeler (örneğin, "yapışkan", "pürüzlü", "buğulanma") öğrenirler (Gropen vd., 2017). Öğretmenler, çocukların kullandığı dili genişleterek ve bilimsel terminolojiyi doğal bir şekilde tanıtarak bu süreci destekleyebilir.

5. Duygusal ve Sosyal-Duygusal Gelişim: Fen etkinlikleri, çocukların merak, heyecan ve hayret gibi duygularını harekete geçirir. Aynı zamanda, işbirliği yapma, sırasını bekleme, farklı fikirlere saygı duyma ve başarısızlık karşısında dayanıklılık gösterme gibi sosyal-duygusal becerileri geliştirmeleri için fırsatlar yaratır (Bulunuz, 2012).

Deep Perspektifine Uygun Fen Eğitimi Uygulama Stratejileri

Teorik çerçeveyi pratiğe dökebilmek için öğretmenlerin kullanabileceği çeşitli stratejiler bulunmaktadır.

1. Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamlarının Tasarlanması: Sınıf ortamı, çocukları keşfetmeye davet edecek şekilde düzenlenmelidir. Doğa köşeleri, blok merkezleri, kum/su masaları, bul-tak (tinkering) alanları ve birincil kaynaklardan (yapraklar, taşlar, kabuklar) oluşan koleksiyonlar, fen öğrenimi için ideal ortamlardır (Dever, 2016). Malzemeler çocukların erişebileceği şekilde düzenlenmeli ve etkinlikler açık-uçlu olmalıdır.

2. Sorgulayıcı Diyalogların Kullanımı: Öğretmenler, çocukların düşünmesini derinleştirmek için stratejik sorular sormalıdır. "Ne oldu?", "Neden böyle olduğunu düşünüyorsun?", "Bunu nasıl test edebiliriz?", "Başka ne gözlemledin?" gibi sorular, çocukları düşünmeye ve açıklamalar geliştirmeye teşvik eder (Siraj-Blatchford, 2009). Doğru cevabı aramak yerine, düşünme sürecine odaklanılmalıdır.

3. Doğa ve Açık Hava Deneyimlerinin Entegrasyonu: Doğa, en kapsamlı fen laboratuvarıdır. Düzenli açık hava etkinlikleri, çocukların mevsimsel değişiklikleri, bitki ve hayvan yaşamını, hava olaylarını ve ekosistemleri birinci elden gözlemlemelerine olanak tanır (Wilson, 2018). Bir bahçe oluşturmak, böcekleri incelemek veya farklı hava koşullarında yürüyüşler yapmak, unutulmaz fen deneyimleri sağlar.

4. Çocuk Edebiyatı ile Bağlantı Kurma: Kaliteli çocuk kitapları (kurgusal ve kurgusal olmayan), fen kavramlarını tanıtmak ve merak uyandırmak için mükemmel bir araçtır. Bir kitap okuduktan sonra, kitapta ele alınan kavramla ilgili bir araştırma başlatılabilir (Mantzicopoulos vd.,

2008). Örneğin, "Aç Tırtıl" kitabından sonra kelebeğin yaşam döngüsü incelenebilir.

5. Teknolojinin Yerinde Kullanımı: Teknoloji, fen eğitiminde amaç değil araç olarak kullanılmalıdır. Dijital mikroskoplar, zaman atlamalı videolar (timelapse) ve basit veri kaydetme uygulamaları, çocukların gözlemlerini genişletmelerine yardımcı olabilir (Plowman ve Stephen, 2007). Ancak, teknolojinin elle yapılan, somut deneyimlerin yerini almamasına dikkat edilmelidir.

6. Aile Katılımının Sağlanması: Aileler, çocukların fen öğrenimini desteklemede kilit bir role sahiptir. Öğretmenler, ailelere evde yapılabilecek basit fen etkinlikleri önerebilir, aileleri sınıf etkinliklerine davet edebilir veya "fen çantaları" oluşturarak ev ortamına fen materyalleri taşıyabilir (Conejeros, 2009). Bu, fen öğrenimini okul dışına taşıyarak daha anlamlı hale getirir.

Değerlendirme Stratejileri: Öğrenme Sürecini Anlamak

Deep yaklaşımında değerlendirme, not vermekten ziyade çocuğun öğrenme sürecini anlamak ve öğretimi buna göre şekillendirmek için kullanılır. Geleneksel testler bu yaş grubu için uygun değildir.

1. Gözlem ve Dokümantasyon: Öğretmenler, çocukların fen merkezlerindeki etkileşimlerini, sordukları soruları, kullandıkları stratejileri ve karşılaştıkları zorlukları sistematik olarak gözlemlemeli ve belgelemelidir (Rinaldi, 2006). Bu belgeler (notlar, fotoğraflar, video kayıtları, çocuk çizimleri), çocuğun bilimsel düşünme sürecine dair zengin kanıtlar sunar.

2. Portfolio Değerlendirmesi: Çocukların fen çalışmalarından örnekler (çizimler, yazılı açıklamalar, etkinlik fotoğrafları, proje ürünleri) bir portfolyoda toplanır. Bu portfolyo, çocuğun zaman içindeki gelişimini göstermek ve öğrenme yolculuğunu yansıtmak için kullanılır (Helm vd., 2007).

3. Görüşmeler: Birebir veya küçük grup görüşmeleri, çocukların düşüncelerini, akıl yürütmelerini ve anlayışlarını derinlemesine anlamak için etkili bir yöntemdir. "Bana yaptığın şeyi anlatır mısın?", "Bunun nasıl çalıştığını düşünüyorsun?" gibi sorular, çocuğun kavramsal anlayışını ortaya çıkarır (Duschl vd., 2007).

4. Performans Değerlendirmesi: Çocuklara belirli bir problemi çözmeleri veya bir görevi yerine getirmeleri istenir ve süreç değerlendirilir. Örneğin, "Bu farklı malzemeleri suda yüzen ve batanlar olarak nasıl sınıflandırırısın?" görevi, çocuğun sınıflandırma ve çıkarım yapma becerilerini değerlendirme fırsatı verir.

Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Deep perspektifine dayalı bir fen eğitimini uygulamaya koymak çeşitli zorluklar içerebilir.

Öğretmen Kaygısı ve Öz-Yeterlik: Birçok erken çocukluk öğretmeni, fen konusunda kendini yeterli hissetmemekte ve fen öğretmekten kaçınmaktadır (Appleton, 2008). **Çözüm:** Hizmet içi eğitimler, fenin sadece karmaşık formüllerden ibaret olmadığını vurgulamalı ve öğretmenlere basit, güvenli ve uygulanabilir etkinlikler sunmalıdır. Mentorluk programları ve akran işbirlikleri de öğretmen öz-yeterliğini artırabilir.

Zaman ve Müfredat Baskısı: Okuma-yazma ve matematik becerilerine odaklanan yoğun müfredatlar, fene ayrılacak zamanı kısıtlayabilir. **Çözüm:** Fen, diğer alanlarla (okuma, yazma, matematik, sanat) bütünleştirilmelidir. Örneğin, bir bitki büyüme projesi, ölçme (matematik), gözlem günlüğü tutma (dil) ve bitki çizimleri (sanat) ile birleştirilebilir.

Kaynak Eksikliği: Pahalı laboratuvar malzemelerinin olmaması bir engel olarak görülebilir. **Çözüm:** Fen eğitimi için gerekli malzemelerin çoğu geri dönüşüm kutularında (pet şişeler, kapaklar, kartonlar) veya doğada (taşlar, yapraklar) bulunabilir. "Düşük maliyetli, yüksek etkili" bir anlayış benimsenmelidir.

Değerlendirme Zorluğu: Süreç odaklı değerlendirme, geleneksel yöntemlere kıyasla daha fazla zaman ve emek gerektirir. **Çözüm:** Dokümantasyon, günlük rutinin bir parçası haline getirilebilir. Öğretmenler, her gün birkaç çocuğa odaklanarak sistematik bir gözlem rotası oluşturabilir. Tablo 2' de DEEP öğrenme sürecinde karşılaşılan zorluklar, çözüm önerileri ve uygulama adımları verilmiştir.

Tablo 2. DEEP sürecindeki karşılaşılan zorluklar, çözüm önerileri ve uygulama adımları

ZORLUKLAR	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	UYGULAMA ADIMLARI
Öğretmen Kaygısı	Hizmet İçi Eğitim	Model ders uygulamaları
	Mentorluk Programları	Akran koçluğu
		Mikro-öğretim seansları
Zaman Kısıtı	Disiplinlerarası Entegrasyon	Tematik üniteler
	Günlük Rutinlere	Doğal öğrenme fırsatları
	Yerleştirme	Kısa sorgulama anları
Kaynak Eksikliği	Düşük Maliyetli	Geri dönüşüm materyalleri
	Doğal Kaynakların	Doğa koleksiyonları
	Kullanımı	Yerel işletmelerden destek
	Toplum Kaynakları	

Sonuç ve Geleceğe Yönelik Öneriler

Deep perspektifi, erken çocukluk döneminde fen eğitimini, çocukların doğal merakından yola çıkan, onların aktif katılımını merkeze alan ve bütüncül gelişimlerini destekleyen bir süreç olarak yeniden tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, fen öğretimini sadece bilgi aktarımı olmaktan çıkarıp, çocukların dünyayı anlama ve anlamlandırma çabalarında onlara rehberlik eden bir deneyime dönüştürür.

Gelecekteki uygulamalar ve araştırmalar için şu öneriler sunulabilir:

- **Öğretmen Eğitiminin Güçlendirilmesi:** Hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi programları, Deep yaklaşımının felsefesini ve pratik stratejilerini daha fazla içermelidir.
- **Politika Desteği:** Eğitim politikaları, erken çocukluk müfredatlarında fene daha fazla yer verilmesini ve öğretmenlerin bu alanda profesyonel gelişimini teşvik etmelidir.
- **Araştırmaların Çeşitlendirilmesi:** Farklı sosyo-kültürel bağlamlarda Deep temelli fen eğitiminin etkilerini inceleyen daha fazla nitel ve uzunlamasına araştırmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca, dijital teknolojilerin bu yaklaşımla nasıl etkili bir şekilde bütünleştirilebileceği araştırılmalıdır.

- **Aile ve Toplum Katılımının Artırılması:** Fen öğrenimini destekleyecek toplum temelli programlar (doğa okulları, müzelerle işbirlikleri) yaygınlaştırılmalıdır.

İnsan doğası gereği gözlem yapabilen, düşünen, fikir yürüten, cevap üreten bir içgüdüsel yapıya sahiptir. Yaşantısında karşılaştığı problemler tecrübe olarak ve alternatif çözüm üretme potansiyeli olarak katkı sağlar. Bu gelişim çocukluk döneminde başlar ve ilerleyen yaşamında aksi bir durum olduğu sürece devam eder. Ancak insanların karşılaştığı olumsuz deneyimleri, öğrenmeye uzak kalmasına neden olan travmatik süreçler bunu sekteye uğratabilir. Sonuç olarak, Deep perspektifinden erken çocukluk fen eğitimi, çocukları sadece geleceğin bilim insanları olarak değil, aynı zamanda eleştirel düşünen, sorgulayan, problem çözen ve yaşadığı dünyaya karşı duyarlı ve meraklı bireyler olarak yetiştirmenin temelini oluşturur. Bu temelin sağlam atılması, onların yaşam boyu sürececek öğrenme yolculuklarına güçlü bir başlangıç yapmalarını sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. Teachers College Press.
- Appleton, K. (2008). *Elementary science teaching*. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 493–535). Routledge.
- Ayvacı, Ş. ve Yurt, Ö. (2016). Çocuk ve bilim eğitimi. *Çocuk ve Medeniyet*, 1, 15-28.
- Bulunuz, M. (2012). Motivation and emotional engagement in science learning. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 1095-1110). Springer.
- Conejeros, M. L. (2009). *Family involvement in early childhood science education*. In R. E. Yager (Ed.), *Inquiry: The key to exemplary science* (pp. 67-82). NSTA Press.
- Dever, M. T. (2016). *Creating environments for learning: Birth to age eight* (3rd ed.). Pearson.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). **Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8**. National Academies Press.
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336.
- Fleer, M. (2009). Supporting scientific conceptual consciousness or learning in 'a roundabout way' in play-based contexts. *International Journal of Science Education*, 31(8), 1069-1089.
- Fleer, M., & Hedegaard, M. (2010). Children's development as participation in everyday practices across different institutions. *Mind, Culture, and Activity*, 17(2), 149-168.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 138-149.
- Gropen, J., Kook, J. F., Hopper, E., & Clark-Chiarelli, N. (2017). Foundations of science literacy: Efficacy of a preschool professional development program in science and language. *Early Childhood Research Quarterly*, 40, 1-12.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2018). *The teaching of science in primary schools* (7th ed.). David Fulton Publishers.
- Hedges, H. (2000). Teaching and learning: A new model of teacher's professional development. *Early Child Development and Care*, 160, 39-52.
- Helm, J. H., Beneke, S., & Steinheimer, K. (2007). *The power of portfolios: What children can teach us about learning and assessment*. Jossey-Bass.
- Hinton, C., Fischer, K. W., & Glennon, C. (2012). *Mind, brain, and education: A new field of practice and research*. In S. D. Sala & M. Anderson (Eds.), *Neuroscience in education: The good, the bad, and the ugly* (pp. 81-96). Oxford University Press.
- Kandır, A., Can Yaşar, M., ve Tuncer, N. (2012). Okul öncesi dönemde fen eğitimi. İstanbul: Morpa.
- Katz, L. G., & Chard, S. C. (2000). *Engaging children's minds: The project approach* (2nd ed.). Ablex Publishing.
- Mantzicopoulos, P., Patrick, H., & Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23(3), 378-394.
- Michaels, S., Shouse, A. W., & Schweingruber, H. A. (2008). **Ready, set, science!: Putting research to work in K-8 science classrooms**. National Academies Press.
- Nayfeld, I., Brenneman, K., & Gelman, R. (2011). Science in the classroom: Finding a balance between autonomous exploration and teacher-led instruction in preschool settings. *Early Education and Development*, 22(6), 970-988.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. National Academies Press.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Plowman, L., & Stephen, C. (2007). Guided interaction in pre-school settings. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(1), 14-26.
- Pramling Samuelsson, I., & Asplund Carlsson, M. (2008). The playing learning child: Towards a pedagogy of early childhood. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 52(6), 623-641.
- Rinaldi, C. (2006). *In dialogue with Reggio Emilia: Listening, researching and learning*. Routledge.

- Robbins, J. (2005). Contexts, collaboration, and cultural tools: A sociocultural perspective on researching children's thinking. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 6(2), 140-149.
- Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (Eds.). (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academies Press.
- Siraj-Blatchford, I. (2009). Conceptualising progression in the pedagogy of play and sustained shared thinking in early childhood education: A Vygotskian perspective. *Education and Child Psychology*, 26(2), 77-89.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wilson, R. A. (2018). *Nature and young children: Encouraging creative play and learning in natural environments* (3rd ed.). Routledge.

FEN BİLGİSİ ÖĞRETİMİNDE AKTİF ÖĞRENME YÖNTEMLERİ

Buket Geviş**

GİRİŞ

Günümüzün hızla değişen, bilgiye ulaşmanın oldukça kolaylaştığı ancak bilgi okuryazarlığı ve anlamlı öğrenmenin giderek daha karmaşık hâle geldiği eğitim ortamlarında, öğrenci merkezli öğretim yaklaşımları, bireylerin üst düzey düşünme ve öğrenme becerileri kazanmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Artık bilgiye ulaşmaktan ziyade, bilginin yapılandırılması, yorumlanması, uygulanması ve eleştirel biçimde değerlendirilmesi ön plana çıkmaktadır. Bu durum, öğretim sürecinin yeniden tasarlanmasını ve geleneksel öğretim anlayışından farklı olarak, aktif öğrenme yöntemlerinin eğitim süreçlerine daha fazla entegre edilmesini gerekli kılmaktadır (Bransford, Brown & Cocking, 2000; Darling-Hammond vd., 2020).

Bu bağlamda aktif öğrenme yöntemleri, öğrencilerin öğrenme süreçlerine yalnızca gözlemci olarak değil, etkin katılımcılar olarak dâhil olmalarını teşvik etmektedir. Öğrenciler, bilgiyi pasif biçimde almaz; sorular sorar, tahminlerde bulunur, araştırmalar yapar, tartışmalara katılır ve öğrendiklerini çeşitli yollarla yapılandırarak kalıcı hale getirir. Bu süreçte öğretmen ise yalnızca bilgi aktaran bir figür olmaktan çıkarak, öğrenme sürecini yönlendiren, kolaylaştıran, rehberlik eden bir role bürünür (Meyers & Jones, 1993). Böylece öğrenme; öğrenci merkezli, etkileşimli, keşfe dayalı ve çok yönlü bir hâl alır.

Fen bilgisi öğretimi özelinde bakıldığında, bu disiplinin doğası gereği deney ve gözleme, modelleme ve sorgulamaya dayalı olması, aktif öğrenme yaklaşımlarıyla yüksek derecede örtüşmektedir. Fen eğitimi, yalnızca bilimsel kavramların aktarımıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel düşünme, problem çözme, sorgulama, gözlem yapma ve veri analiz etme gibi becerileri kazanmasını hedefler. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için, öğretim sürecinin öğrencilerin bilişsel,

** Arş. Gör, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Antalya, buket.gevis@akdeniz.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2871-5377>

duyuşsal ve psikomotor gelişimlerini destekleyecek biçimde tasarlanması gerekmektedir. Aktif öğrenme stratejileri, bu gerekliliği karşılayarak, öğrencilerin fen bilgisini yalnızca içerik olarak değil, bir bilimsel süreç ve yaşam pratiği olarak kavramalarına imkân tanımaktadır (Kolari, Savander-Ranne & Viskari, 2008; NRC, 2012).

Fen bilgisi öğretiminde aktif öğrenme yaklaşımı kapsamında çeşitli yöntem ve teknikler kullanılmaktadır. Bunlar arasında; tartışma temelli öğrenme, problem temelli öğrenme, proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme, deney ve laboratuvar uygulamaları, beyin fırtınası, kavram haritaları, oyunlaştırma teknikleri, rol oynama, dramatizasyon, STEM etkinlikleri gibi birçok uygulama yer almaktadır (Michael, 2006; Prince, 2004). Bu yöntemler aracılığıyla öğrenciler; yalnızca bilgiye ulaşmakla kalmaz, aynı zamanda bilgiye nasıl ulaşılacağını, bilgiyi nasıl değerlendireceklerini ve bilgiyi farklı durumlara nasıl transfer edeceklerini öğrenirler. Bu da onları fen okuryazarı bireyler hâline getirir (Roberts, 2007).

Araştırmalar, aktif öğrenme yöntemlerinin öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini, bilimsel kavramları daha doğru ve kalıcı biçimde anlamalarına yardımcı olduğunu ve akademik başarılarını artırdığını ortaya koymuştur (Freeman et al., 2014). Aynı zamanda, bu yöntemler öğrencilerin özgüvenlerini, öğrenmeye karşı motivasyonlarını, iş birliği becerilerini ve derin öğrenme stratejilerini geliştirmelerine de katkı sağlamaktadır (Johnson, Johnson & Smith, 1998). Aktif öğrenme ortamlarında, öğrenciler sadece “ne öğrendim?” sorusunu değil, aynı zamanda “nasıl öğrendim?” ve “bu bilgiyi nerede ve nasıl kullanabilirim?” sorularını da sorabilmektedir.

Öte yandan, geleneksel öğretim yaklaşımlarında yaygın olarak karşılaşılan sorunlardan biri olan ezberci ve yüzeysel öğrenme eğilimi, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin gelişmesini sınırlandırmakta ve öğrenmeyi geçici kılmaktadır. Bu öğretim anlayışı, öğrencilerin kavram yanılgılarına düşmelerine, soyut kavramları anlamakta güçlük çekmelerine ve bilimsel bilgiyi yaşamla ilişkilendirmekte yetersiz kalmalarına neden olmaktadır (Tuan, Chin & Shieh, 2005). Oysa aktif öğrenme uygulamaları, bu sorunlara etkili çözümler sunarak, öğrencilerin bilgiyi yapılandırma, sorgulama ve analiz etme becerilerini aktif olarak geliştirmelerini mümkün kılmaktadır.

Özellikle 21. yüzyıl becerilerinin (kritik düşünme, yaratıcılık, iletişim, işbirliği, dijital okuryazarlık, öğrenmeyi öğrenme vb.) kazandırılması açısından, fen bilgisi derslerinin aktif öğrenme temelli olarak yeniden yapılandırılması artık bir seçenek değil, bir zorunluluk hâline gelmiştir (Saavedra & Opfer, 2012; Trilling & Fadel, 2009). Bu beceriler yalnızca bireysel akademik başarı için değil, aynı zamanda toplumsal ve küresel sorunların çözümüne katkıda bulunacak bilinçli bireylerin yetişmesi açısından da oldukça kritiktir.

Bu kitap bölümünde, fen bilgisi öğretiminde kullanılan başlıca aktif öğrenme yöntemleri detaylı biçimde ele alınacak; her bir yöntemin kuramsal temelleri, öğretim sürecindeki işlevi, sınıf içi uygulama örnekleri ve öğrenci kazanımları açısından kapsamlı bir değerlendirmesi yapılacaktır. Ayrıca, aktif öğrenme yöntemlerini uygulayan öğretmenlerin karşılaştıkları zorluklar, bu zorlukların olası nedenleri ve çözüm önerileri tartışılacaktır. Bölümün sonunda, aktif öğrenme yöntemlerinin etkinliğinin nasıl değerlendirileceği ve bu yöntemlerin fen bilgisi öğretiminde sürdürülebilir biçimde nasıl uygulanabileceğine yönelik önerilere de yer verilecektir.

Bu çerçevede bölüm, hem öğretmen adaylarına hem de uygulayıcı fen bilgisi öğretmenlerine kuramsal bilgi sunmayı, uygulama becerilerini geliştirmeyi ve aktif öğrenmenin eğitimdeki yerini daha güçlü temellere oturtmayı amaçlamaktadır.

AKTİF ÖĞRENME NEDİR? KURAMSAL TEMELLER, TANIMLAR VE UYGULAMALAR

Günümüz eğitim anlayışında bilgiye ulaşmak artık bir amaç değil, araç olarak görülmektedir. Bu doğrultuda bireylerin bilgiyi sorgulaması, yapılandırması, yaşamla ilişkilendirmesi ve yeni durumlara transfer edebilmesi, öğrenmenin temel göstergeleri arasında yer almaktadır. Bu yaklaşımlar, öğrenme ortamlarının yeniden tasarlanmasını zorunlu kılmış; pasif, öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemlerinin yerini öğrenci merkezli, etkileşimli ve deneyime dayalı öğretim yöntemleri almıştır. Bu bağlamda, aktif öğrenme, öğrencinin öğrenme sürecine zihinsel, duyuşsal ve fiziksel olarak etkin katılımını esas alan çağdaş bir öğrenme yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır (Bonwell & Eison, 1991; Prince, 2004).

Aktif Öğrenmenin Tanımı

Aktif öğrenme, öğrencilerin bilgiyi sadece dinleyerek ya da okuyarak pasif biçimde edinmelerinden öte, öğrenme sürecine etkin biçimde katıldıkları, öğrenmeyi deneyimledikleri ve yapılandırdıkları bir öğretim yaklaşımıdır (Bonwell & Eison, 1991). Bu süreçte öğrenci; soru sorar, tahmin yürütür, gözlem yapar, verileri analiz eder, problem çözer, yansıma yapar ve işbirliği içinde çalışır. Başka bir ifadeyle, öğrenme; sadece bilgi edinme değil, bilgiyi uygulama, yorumlama ve değerlendirme süreçlerini de kapsar.

Prince (2004), aktif öğrenmeyi “öğrencilerin derste yalnızca dinleyici olarak kalmayıp, ders içeriğıyle zihinsel olarak meşgul oldukları, tartışmalara katıldıkları ve öğrenmeye yönelik anlamlı görevler üstlendikleri süreç” olarak tanımlar. Michael (2006) ise aktif öğrenmenin, öğrencinin bilgiyi alıcı değil, üretici konumda olduğu bir öğrenme biçimi olduğunu vurgular.

Türkçe literatürde de benzer tanımlar yapılmaktadır. Yaşar (1998) aktif öğrenmeyi, öğrencilerin öğrenme sürecinde soru sorarak, düşünerek, tartışarak ve uygulama yaparak anlamlı öğrenme yaşantıları kazandıkları bir süreç olarak açıklar. Demirel (2004) ise aktif öğrenmeyi, öğrenenin kendi öğrenme sorumluluğunu üstlendiğı, öğrenme sürecine aktif katıldığı ve bilgiyi yapılandırdığı bir yaklaşım olarak tanımlar.

Aktif Öğrenmenin Temel İlkeleri

Aktif öğrenme, yalnızca etkinlik yapmaktan ibaret değildir. Öğrencinin öğrenme sürecinde düşünmesi, karar vermesi, sorgulaması ve öğrendiklerini içselleştirmesi beklenir. Bu doğrultuda aktif öğrenmenin temel ilkeleri şunlardır:

1. Öğrenci Merkezlidir: Öğretmen, süreci yönlendiren bir rehberdir; öğrenme sürecinin sahibi öğrencidir (Meyers & Jones, 1993).
2. Katılımcı Öğrenme Ortamı Sunar: Öğrenciler bireysel ve grup hâlinde çeşitli etkinliklere katılarak öğrenirler.
3. Yapılandırmacı Yaklaşımına Dayanır: Bilgi, öğrencinin önceki bilgi ve deneyimleriyle etkileşim içinde yapılandırılır (Fosnot, 2005).
4. Sorgulama ve Yansıma Esastır: Öğrenci öğrenme sürecini sürekli sorgular ve değerlendirme yapar (Schon, 1983).

5. Gerçek Yaşamla İlişkilidir: Öğrenme, öğrencinin yaşamıyla ilişkilendirilir, anlamlı hâle getirilir (Bransford vd., 2000).

6. İşbirliği Temellidir: Öğrenciler akranlarıyla etkileşim kurarak birlikte öğrenirler (Johnson, Johnson & Smith, 1998).

Aktif Öğrenmenin Kuramsal Temelleri

Aktif öğrenme, farklı öğrenme kuramlarının birleşiminden güç alır:

- **Yapılandırmacılık:** Öğrenme süreci, öğrencinin yeni bilgileri önceki bilgiyle ilişkilendirerek anlamlandırmasıyla gerçekteşir. Piaget (bilişsel yapılandırmacılık) ve Vygotsky (sosyal yapılandırmacılık) bu yaklaşımın kuramsal öncüleridir.
- **Sosyal Öğrenme Kuramı:** Bandura'ya göre öğrenme sosyal etkileşim yoluyla gerçekteşir. Aktif öğrenme, grup çalışmaları, işbirlikli öğrenme gibi sosyal bağlamları destekler.
- **Çoklu Zekâ Kuramı:** Gardner'ın kuramına göre bireyler farklı zekâ türlerine sahiptir ve öğrenme süreçleri bu doğrultuda çeşitlendirilmelidir. Aktif öğrenme, farklı öğrenme stillerine uygun ortamlar sunar (Gardner, 1999).
- **Deneyimsel Öğrenme Kuramı:** Kolb'a göre öğrenme bir deneyim süreciyle gelişir. Deney yapma, uygulama ve yansıtmaya, aktif öğrenmenin temel yapı taşlarındandır (Kolb, 1984).

Aktif Öğrenme Yöntem ve Teknikleri

Aktif öğrenme çeşitli yöntem ve tekniklerle uygulanabilir. Bunlar arasında en yaygın olanlar şunlardır:

- Tartışma temelli öğrenme
- Problem çözme
- Proje tabanlı öğrenme
- İşbirlikli öğrenme
- Sorgulama temelli öğrenme
- Deney ve gözlem
- Kavram haritaları oluşturma
- Rol oynama ve dramatizasyon

- Beyin fırtınası
- Yansıtıcı günlük yazma
- STEM etkinlikleri

Bu yöntemlerin ortak özelliği, öğrencinin sürece aktif olarak katılması ve öğrenme çıktısının yalnızca “bilmek” değil, “anlama, uygulama, analiz etme ve değerlendirme” düzeyinde gerçekleşmesidir (Bloom, 1956).

Aktif Öğrenmenin Öğrenciye Katkıları

Aktif öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin hem akademik hem de sosyal-duyuşsal gelişimlerine önemli katkılar sunar:

- Bilgiyi anlamlı ve kalıcı biçimde öğrenirler (Freeman et al., 2014),
- Eleştirel ve yaratıcı düşünme becerileri gelişir (Paul & Elder, 2008),
- İş birliği yapma, iletişim kurma gibi sosyal beceriler kazanırlar (Slavin, 1995),
- Bilimsel süreç becerilerini geliştirirler (NRC, 2012),
- Öğrenmeye karşı olumlu tutum geliştirirler (Tuan, Chin & Shieh, 2005),
- Öz düzenleme ve metabilişsel farkındalık kazanırlar (Zimmerman, 2002).

Ayrıca öğrencilerin bireysel öğrenme stillerine hitap eden öğrenme ortamları sunulması, motivasyonlarını artırarak derin öğrenmeyi desteklemektedir (Entwistle, 2000).

Sonuç ve Değerlendirme

Aktif öğrenme, çağdaş eğitim anlayışının temel bileşenlerinden biri olarak öğrenme sürecine yepyeni bir bakış kazandırmıştır. Öğrenciyi pasif bilgi alıcısı konumundan çıkararak, öğrenme sürecinin öznesi hâline getirmekte ve anlamlı öğrenme yaşantıları sunmaktadır. Kuramsal temelleri yapılandırmacılık, sosyal etkileşim ve deneyimsel öğrenmeye dayanan bu yaklaşım; hem akademik başarıyı artırmakta hem de öğrencilerin yaşam boyu öğrenme becerilerini geliştirmektedir.

Bireylerin karmaşık problemlerle başa çıkabilen, sorgulayan, üreten ve bilimsel düşünebilen bireyler hâline gelebilmesi için aktif öğrenmenin

eğitim sistemlerine daha yaygın biçimde entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır.

FEN EĞİTİMİNDE AKTİF ÖĞRENME YÖNTEMLERİ

Fen eğitiminin temel amacı, bireylerin bilimsel düşünme becerileri kazanmasını sağlamak, doğayı ve çevresini bilimsel yöntemlerle anlamlandırabilen, eleştirel düşünebilen, problem çözebilen ve bilimsel okuryazarlığa sahip bireyler yetiştirmektir (National Research Council [NRC], 2012). Bu hedeflere ulaşmak için fen öğretiminde kullanılan yöntemlerin, öğrencileri öğrenme sürecinin pasif birer alıcısı olmaktan çıkarıp, etkin katılımcılar hâline getirmesi gerekir. Bu doğrultuda, aktif öğrenme yöntemleri, fen eğitiminin hem içeriği hem de pedagojik yaklaşımı ile uyumlu, çağdaş öğretim stratejileri arasında yer almaktadır.

Aktif öğrenme yöntemleri, öğrencilerin bireysel ve grup hâlinde deneyim kazanarak, problem çözerek, tartışarak, gözlem yaparak ve sorgulama yoluyla bilgiyi yapılandırmalarını sağlar. Bu yöntemlerin fen eğitimi bağlamında uygulanması, öğrencilere yalnızca bilgi kazandırmakla kalmaz; aynı zamanda bilimsel süreç becerileri, üst düzey düşünme, işbirliği, öz-düzenleme, motivasyon ve fen okuryazarlığı gibi becerilerin de gelişimini destekler (Freeman et al., 2014; Prince, 2004).

Fen Eğitimine Uygun Başlıca Aktif Öğrenme Yöntemleri

• Sorgulama Temelli Öğrenme (Inquiry-Based Learning)

Sorgulama temelli öğrenme, öğrencilerin bilimsel sorular sorarak, hipotez geliştirerek, veri toplayarak ve yorumlayarak bilgiye ulaşmalarını sağlayan bir yaklaşımdır (Bell, Smetana & Binns, 2005). Fen eğitimi bağlamında, öğrenciler bir problemi tanımlar, çözüm yolları önerir, deney yapar ve bilimsel sonuçlara ulaşır.

• Yararları: Bilimsel süreç becerileri (gözlem, sınıflama, hipotez kurma, veri toplama vb.) gelişir. Öğrencilerin bilimsel düşünce yapısı güçlenir (NRC, 2012; Pedaste vd. 2015).

Problem Tabanlı Öğrenme (Problem-Based Learning - PBL)

Problem tabanlı öğrenme, öğrencilere gerçek yaşamdan alınan, karmaşık ve çözüm gerektiren problemler sunarak onların araştırma yapmalarını ve çözüm üretmelerini sağlar (Hmelo-Silver, 2004). Fen

eğitimi kapsamında, örneğin çevre kirliliği, enerji kaynakları ya da iklim değişikliği gibi temalar üzerinden öğretim planlanabilir.

- Yararları: Eleştirel düşünme, analiz etme, sentezleme ve bilimsel araştırma becerilerini geliştirir (Barrows, 1996; Hmelo-Silver 2004).

• **Proje Tabanlı Öğrenme (Project-Based Learning)**

Proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin belirli bir bilimsel konuya ilişkin uzun vadeli bir proje üretmesini ve bu süreci planlayarak yürütmesini sağlar. Fen öğretiminde, öğrenciler mikroskopla gözlem, model yapımı, deney düzenekleri kurma gibi etkinlikler gerçekleştirebilir.

- Yararları: Uygulama becerileri, araştırma ve sunum yapma, takım çalışması becerileri gelişir.

- Kaynak: Thomas (2000); Krajcik & Blumenfeld (2006)

• **İşbirlikli Öğrenme (Cooperative Learning)**

Bu yöntemde öğrenciler küçük gruplar hâlinde birlikte çalışarak, ortak öğrenme hedeflerine ulaşmak için sorumluluk paylaşırlar. Fen eğitiminde grup deneyleri, ortak rapor hazırlama, karşılıklı öğretim gibi etkinliklerle uygulanabilir (Johnson & Johnson, 1999).

- Yararları: Sosyal beceriler, iletişim, liderlik, empati gibi duyuşsal alan kazanımları desteklenir (Johnson & Johnson 1994; Slavin, 1995).

• **Laboratuvar Tabanlı Öğrenme**

Fen eğitiminin vazgeçilmez bir parçası olan laboratuvar çalışmaları, aktif öğrenmenin temel uygulama alanlarındandır. Öğrenciler deney yaparak gözlem yapar, verileri analiz eder ve çıkarımlarda bulunur.

- Yararları: Bilimsel yöntem süreçlerinin doğrudan deneyimlenmesini sağlar (Hofstein & Lunetta 2004).

• **STEM/STEAM Uygulamaları**

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ve STEAM (STEM + Art) etkinlikleri, disiplinlerarası bir yaklaşımla fen öğretimini gerçek yaşamla ilişkilendirir. Örneğin, öğrenciler bir köprü modeli tasarlayarak mühendislik becerilerini fen bilgisiyle entegre edebilir.

- Yararları: Yaratıcılık, problem çözme, disiplinlerarası düşünme becerilerini geliştirir (Beers, 2011; Bybee, 2013).

• Kavram Haritaları ve Grafik Organizatörler

Öğrencilerin bilgileri görsel olarak organize etmelerine ve kavramlar arasındaki ilişkileri kavramalarına olanak tanır. Fen eğitiminde özellikle soyut kavramların yapılandırılmasında etkilidir (Novak & Cañas, 2008).

Aktif Öğrenme Yöntemlerinin Fen Eğitimine Katkıları

- Bilimsel Okuryazarlığın Gelişimi: Bilimsel kavramları anlayan, eleştirel düşünen ve karar verebilen bireyler yetiştirmeyi hedefler (Roberts, 2007).
- Daha Kalıcı Öğrenme: Etkin katılım, uygulama ve deneyim yoluyla öğrenme daha kalıcı olur (Bransford vd., 2000).
- Motivasyon ve Tutum: Fen derslerine karşı olumlu tutum ve yüksek içsel motivasyon gelişir (Tuan vd., 2005).
- 21. Yüzyıl Becerileri: İş birliği, iletişim, yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi temel beceriler desteklenir (Saavedra & Opfer, 2012).

Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Tablo 1. Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

Karşılaşılan Zorluklar	Çözüm Önerileri
Öğretmenin yeterince donanımlı olmaması	Hizmet içi eğitim ve mesleki gelişim programları
Sınıf yönetimi sorunları	Küçük grup çalışmaları ve net kurallar
Zaman yetersizliği	Öğretim programının esnek planlanması
Ölçme değerlendirme güçlükleri	Performans görevleri, gözlem formları, rubrikler

Sonuç

Aktif öğrenme yöntemleri, fen eğitiminin doğasıyla doğrudan örtüşen, öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşmasını ve bu bilgiyi yaşamla ilişkilendirmesini kolaylaştıran çağdaş bir yaklaşımdır. Bu yöntemlerin etkili kullanımı, öğrencilerin sadece bilgi sahibi değil, bilimsel süreçlere hâkim ve yaşam boyu öğrenmeye açık bireyler olmalarını destekler. Eğitim politikalarının ve öğretmen yetiştirme programlarının, aktif öğrenmenin yaygınlaştırılması doğrultusunda yapılandırılması, fen eğitiminin niteliğini artırmada kritik rol oynamaktadır.

ÖĞRENCİLERİN BİLİMSSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

21. yüzyılda bilgiye erişim, üretim ve kullanma becerileri, bireylerin eğitim düzeyinden bağımsız olarak yaşam boyu karşılaştıkları problemlere çözüm üretebilme yetilerini doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, bilimsel düşünme becerileri, bireylerin olayları, olguları ve problemleri nesnel, mantıklı, sistematik ve eleştirel bir bakış açısıyla analiz edebilme yeteneği olarak tanımlanabilir (McComas, 2004). Özellikle fen eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilere bilimsel düşünme becerileri kazandırmak ve bu becerileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerini sağlamaktır (OECD, 2017).

Bilimsel düşünme yalnızca bilim insanlarına özgü bir süreç olmayıp, tüm bireylerin yaşamlarında karar alırken kullanabilecekleri bir düşünme biçimidir (Lederman, 2007). Bu nedenle, eğitim sistemleri, öğrencilerin yalnızca bilimsel bilgileri öğrenmelerine değil, aynı zamanda bilimsel süreçleri, mantığı, sorgulamayı ve eleştirel değerlendirmeyi içeren bilimsel düşünme becerilerini kazanmalarına da odaklanmalıdır.

Bilimsel Düşünme Becerileri: Tanım ve Kapsam

Bilimsel düşünme, bireyin bilgiyi edinme, düzenleme, sorgulama ve test etme süreçlerini kapsayan, sistematik ve mantıksal bir düşünme biçimidir. Bu düşünme biçimi aşağıdaki becerileri içerir:

- Gözlem yapma
- Soru sorma ve problem tanımlama
- Hipotez kurma
- Deney tasarlama ve uygulama
- Veri toplama ve analiz etme
- Sonuç çıkarma
- Eleştirel değerlendirme
- Alternatif çözüm yolları üretme
- Yansıtıcı düşünme

Bu beceriler, bilimsel süreç becerileri olarak da adlandırılmakta ve öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşma yollarını öğrenmelerini sağlamaktadır

(Padilla, 1990; Harlen, 1999). Lederman (2004), bilimsel düşünmenin temelinde "bilimin doğasına dair anlayışın" yer aldığını, yani öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl üretildiğini, değiştiğini ve sınırlarının ne olduğunu kavramaları gerektiğini ifade eder.

Bilimsel Düşünmenin Kuramsal Temelleri

Bilimsel düşünme, yapılandırmacı öğrenme kuramları ve üstbilişsel yaklaşımlar temelinde şekillenir:

- **Yapılandırmacı Yaklaşım:** Bilimsel bilgilerin öğrencinin aktif katılımıyla inşa edilmesini savunur. Öğrenci, ön bilgileri ile yeni bilgileri ilişkilendirerek anlam üretir (Fosnot, 2005).
- **Sosyal Yapılandırmacılık:** Vygotsky'ye göre, öğrenme sosyal etkileşim yoluyla gerçekleşir. Bilimsel düşünme, grup çalışmaları ve tartışmalarla gelişir (Vygotsky, 1978).
- **Deneyimsel Öğrenme:** Kolb (1984) öğrenmeyi, deneyimlerden hareketle gerçekleşen bir süreç olarak tanımlar. Fen deneyleri, gözlemler ve saha çalışmaları, bilimsel düşünmenin gelişimine katkı sağlar.
- **Üstbilişsel Kuramlar:** Öğrencinin kendi düşünme süreçlerini izleme ve düzenleme becerisi, bilimsel düşünmenin temelidir (Flavell, 1979; Zimmerman, 2002).

Bilimsel Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesi için Etkili Yöntem ve Stratejiler

• Sorgulamaya Dayalı Öğrenme

Öğrencilerin kendi sorularını üretmesi, problem çözme yolları önermesi ve deneysel süreçleri yönetmesi, bilimsel düşünme becerilerinin temelini oluşturur (Pedaste vd., 2015). Bu yöntem sayesinde öğrenciler, bilimsel süreçlerin işleyişini deneyimleyerek öğrenirler.

• Problem Tabanlı Öğrenme

Gerçek yaşamdan alınan problemler üzerinde yapılan çalışmalar, öğrencilerin neden-sonuç ilişkileri kurma, analiz yapma ve alternatif çözümler üretme becerilerini geliştirir (Hmelo-Silver, 2004).

• **Laboratuvar ve Deney Uygulamaları**

Laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama ve analiz etme gibi süreçleri birebir yaşamalarını sağlar (Hofstein & Lunetta, 2004). Bu tür uygulamalar, doğrudan bilimsel yöntemle çalışma fırsatı sunar.

• **Tartışma ve Argümantasyon Temelli Öğrenme**

Bilimsel düşünme, aynı zamanda farklı bakış açılarını değerlendirebilme ve kanıta dayalı argüman geliştirme becerilerini de içerir. Bu becerilerin gelişimi için öğrencilerin tartışma ortamlarında fikirlerini savunmaları önemlidir (Osborne, Erduran & Simon, 2004).

• **Yansıtıcı Düşünme Günlükleri ve Raporlar**

Öğrencilerin ne öğrendiklerini, nasıl öğrendiklerini ve süreçte karşılaştıkları güçlükleri yazılı olarak ifade etmeleri, üstbilişsel farkındalıklarını ve bilimsel düşünme yetilerini artırır (Moon, 1999).

Fen Eğitiminde Bilimsel Düşünmenin Önemi

Fen eğitimi, bilimsel düşünme becerilerinin en doğal ortamda gelişebileceği disiplinlerden biridir. Öğrenciler; doğa olaylarını açıklamaya çalışırken hipotez kurmayı, deneyler yoluyla bu hipotezleri test etmeyi ve elde ettikleri verileri yorumlamayı öğrenirler. Bu süreçte bilimsel düşünme becerileri, şu yönlerden önemlidir:

- Eleştirel Düşünme Gelişir: Öğrenciler sadece verilen bilgileri kabul etmekle yetinmez, bilgiyi sorgular ve alternatif açıklamalar üretir.
- Problem Çözme Yeteneği Artar: Karmaşık durumlara sistematik ve mantıklı çözüm yolları geliştirme becerisi kazanılır.
- Yaşam Boyu Öğrenme Becerisi Desteklenir: Öğrenci kendi öğrenme sürecini yönetmeyi ve sorgulamayı öğrenir.
- Fen Okuryazarlığı Gelişir: Bilimsel bilgiyi anlamak, kullanmak ve değerlendirmek kolaylaşır (Roberts, 2007).

Sonuç ve Öneriler

Bilimsel düşünme becerileri, öğrencilerin yalnızca akademik başarılarını değil, yaşamın her alanında karşılaştıkları problemleri çözme kapasitelerini de doğrudan etkilemektedir. Bu becerilerin erken yaşlardan

itibaren kazandırılması, bireylerin bilgi çağının gerektirdiği becerilere sahip, eleştirel, yaratıcı ve üretken bireyler olarak yetişmelerini sağlar.

Eğitim sistemlerinin, özellikle fen eğitimi kapsamında, öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerine aktif katılımını sağlayacak yöntem ve ortamları oluşturması büyük önem taşımaktadır. Öğretmenlerin bu konuda donanımlı hâle getirilmesi, programların yapılandırmacı ve deneyime dayalı olarak yeniden düzenlenmesi, ölçme-değerlendirme sistemlerinin süreç odaklı olması temel gereklilikler arasındadır.

ETKİLEŞİMLİ DENEYLER VE PROJELER: FEN EĞİTİMİNDE ÖĞRENCİ MERKEZLİ AKTİF ÖĞRENME YAKLAŞIMLARI

Fen eğitiminde öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmek, bilimsel süreç becerilerini geliştirmek ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmak amacıyla etkileşimli deneyler ve proje tabanlı öğrenme yöntemleri önemli yer tutmaktadır. Bu yöntemler, öğrenmeyi sadece bilgi aktarımı olarak değil, aktif katılım ve uygulama yoluyla bilgi inşası süreci olarak ele alır (Hmelo-Silver, 2004; National Research Council [NRC], 2012).

Etkileşimli Deneylerin Önemi ve İşlevi

Etkileşimli deneyler, öğrencilerin doğrudan fen bilimleri içerikleriyle ilişki kurdukları, hipotezler geliştirdikleri, veri topladıkları ve bu verileri yorumladıkları öğrenme etkinlikleridir. Bu deneyler, geleneksel laboratuvar uygulamalarından farklı olarak, öğrencilerin deney sürecinin her aşamasında aktif rol almalarını teşvik eder (Hofstein & Lunetta, 2004). Öğrenciler, deneyleri planlayabilir, materyalleri seçebilir, değişkenleri kontrol edebilir ve sonuçları tartışabilirler. Böylece deneyler, sadece bir doğrulama aracı olmaktan çıkarak, öğrenmenin temel dinamiği haline gelir.

Etkileşimli deneylerin fen eğitimi açısından önemi şu boyutlarda değerlendirilebilir:

- **Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimi:** Öğrenciler gözlem yapma, hipotez kurma, veri toplama, analiz etme ve sonuç çıkarma gibi becerileri doğrudan deneyimleyerek öğrenir (Padilla, 1990; NRC, 2012).

- Kavram Yanılgılarının Giderilmesi: Deneyler, soyut kavramların somutlaştırılması ve yanlış anlamaların düzeltilmesi için güçlü araçlardır (Smith, diSessa & Roschelle, 1993).
- Motivasyonun Artırılması: Öğrencilerin aktif katılımı ve keşfetme süreci, öğrenme motivasyonunu ve ilgisini yükseltir (Tuan, Chin & Shieh, 2005).
- Öz Düzenleme ve Problem Çözme: Deneyler, öğrencilerin kendi öğrenmelerini yönetmelerine, problem çözme stratejileri geliştirmelerine fırsat tanır (Zimmerman, 2002).

Proje Tabanlı Öğrenmenin Fen Eğitimindeki Rolü

Proje tabanlı öğrenme (Project-Based Learning - PBL), öğrencilerin gerçek dünya problemlerine yönelik uzun süreli, disiplinlerarası projeler üzerinde çalıştığı, iş birliğine dayalı ve öğrenci merkezli bir yaklaşımdır (Thomas, 2000). Fen eğitiminde projeler, öğrencilerin fen bilimleri kavramlarını günlük yaşam bağlamında uygulamalarını sağlar ve bilimsel düşünciyi yaşam becerileriyle entegre eder (Krajcik & Blumenfeld, 2006).

Projelerin fen eğitimindeki kazanımları şunlardır:

- Eleştirel Düşünme ve Analitik Becerilerin Gelişimi: Öğrenciler proje sürecinde problem tanımlama, bilgi toplama, analiz ve sentez yapma aşamalarını deneyimler (Hmelo-Silver, 2004).
- İşbirliği ve Sosyal Beceri Kazanımı: Grup projeleri, öğrencilerin iletişim, liderlik ve takım çalışması becerilerini artırır (Johnson & Johnson, 1999).
- Yaratıcılık ve Yenilikçilik: Öğrenciler, proje çalışmalarında yaratıcı çözümler üretir, yenilikçi fikirler geliştirir (Beers, 2011).
- Bağlamsal Öğrenme: Öğrenilen bilgilerin gerçek dünya problemleriyle ilişkilendirilmesi kalıcılığı ve anlamlı öğrenmeyi sağlar (Bybee, 2013).

Etkileşimli Deneyler ve Projelerin Birlikte Kullanımı

Etkileşimli deneyler ve projeler, fen eğitiminde birbirini tamamlayan iki güçlü aktif öğrenme stratejisidir. Etkileşimli deneyler, proje sürecinin bilimsel veri toplama ve analiz aşamalarını zenginleştirirken; projeler, deneysel verilerin anlamlandırılmasını, geniş kapsamlı problem çözmeyi ve uygulamaya dönük bilgiyi destekler (Freeman et al., 2014). Bu bütüncül

yaklaşım, öğrencilerin hem mikro düzeyde bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine hem de makro düzeyde bilimsel düşünme, iş birliği ve yaratıcılık becerilerini kazanmalarına olanak tanır.

Türkiye’de ve Dünyada Uygulama Örnekleri

Türkiye’de fen eğitiminde etkileşimli deneyler ve proje tabanlı öğrenme üzerine yapılan çalışmalar, öğrencilerin fen başarılarının ve bilimsel süreç becerilerinin olumlu yönde etkilendiğini göstermektedir (Demir & Akpınar, 2015; Yılmaz & Demir, 2020). Benzer şekilde, uluslararası araştırmalar da aktif öğrenme stratejilerinin STEM alanlarındaki öğrenci başarısını ve ilgisini artırdığını ortaya koymaktadır (Freeman et al., 2014; Hmelo-Silver, 2004).

TEKNOLOJİNİN ROLÜ: DİJİTAL ARAÇLAR VE SİMÜLASYONLAR FEN EĞİTİMİNDE ÖĞRENMEYİ DERİNLEŐTİREN YAKLAŞIMLAR

21. yüzyıl eğitim ortamlarında teknolojinin fen eğitimine entegrasyonu, öğrenme süreçlerinin niteliğini önemli ölçüde değiştirmiş ve zenginleştirmiştir. Dijital araçlar ve simülasyonlar, öğrencilere karmaşık fen bilimleri kavramlarını somutlaştırma, deneysel süreçleri sanal ortamda deneyimleme ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirme fırsatı sunarak fen eğitiminde aktif öğrenmenin temel bileşenlerinden biri haline gelmiştir (De Jong, Linn & Zacharia, 2013; Erdemoğlu, 2018).

Dijital Araçların Fen Eğitimindeki Yeri ve Önemi

Dijital araçlar, bilgisayarlar, tabletler, interaktif tahta uygulamaları, eğitim yazılımları ve mobil uygulamalar gibi teknolojik gereçleri kapsar. Fen eğitiminde bu araçlar, öğrencilere etkileşimli öğrenme ortamları sağlar; öğrenme sürecinde bireysel hız ve tarzlara uyum sağlama imkânı verir (Erdemoğlu & Kaptan, 2012). Dijital araçların fen eğitimindeki faydaları şu başlıklar altında toplanabilir:

- Öğrenmenin Bireyselleştirilmesi: Dijital araçlar, öğrencilerin kendi hızlarında ilerleyebileceği, kendi öğrenme yollarını seçebileceği ortamlar oluşturur (Kay, 2012).
- Görselleştirme ve Soyut Kavramların Somutlaştırılması: Karmaşık ve soyut fen kavramları, dijital animasyonlar ve modellerle

somutlaştırılarak daha anlaşılır hale gelir (Mikropoulos & Natsis, 2011).

- Ölçme ve Değerlendirme Kolaylığı: Öğrencilerin öğrenme süreçleri dijital ortamda izlenebilir, geri bildirimler anında sağlanabilir (Selwyn, 2016).
- Motivasyon Artışı: Teknoloji destekli öğrenme ortamları, öğrencilerin ilgisini artırır ve fen derslerine karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlar (Erdemoğlu, 2018).

Simölasyonların Fen Eğitimindeki Katkıları

Simölasyonlar, gerçek dünyadaki fen bilimleri olaylarının sanal ortamda modellenmesiyle öğrencilerin deneysel süreçlere güvenli, tekrar edilebilir ve kontrol edilebilir biçimde katılmalarına olanak tanır (de Jong & van Joolingen, 1998). Özellikle laboratuvar ortamlarının kısıtlı olduğu durumlarda simölasyonlar, öğrenmenin sürekliliğini sağlar ve deneysel öğrenmeyi destekler.

Simölasyonların fen eğitimindeki avantajları şunlardır:

- Güvenli ve Maliyet Etkin Deneyler: Riskli, tehlikeli veya maliyetli deneylerin sanal ortamda gerçekteştirilmesini mümkün kılar (Rutten, van Joolingen & van der Veen, 2012).
- Öğrenme Hatalarından Ders Çıkarma: Öğrenciler deneylerde yaptıkları hataları simölasyon ortamında tekrarlayarak öğrenebilir, bu da kalıcı öğrenmeyi destekler (Smetana & Bell, 2012).
- Bilimsel Süreçlerin Kavranması: Değerışkenlerin kontrolü, veri analizi, hipotez testi gibi bilimsel süreç becerileri simölasyonlar aracılığıyla daha etkin öğrenilir (De Jong vd., 2013).
- Soyut Kavramların Somutlaştırılması: Atom, molekül yapısı, elektrik devreleri gibi gözle görölmesi zor yapılar, simölasyonlarla görünür kılınır (Mikropoulos & Natsis, 2011).

Türkiye’de Teknoloji Destekli Fen Eğitimi Uygulamaları

Türkiye’de yapılan çalışmalar, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının fen başarısını artırdığı ve öğrencilerin fen bilimlerine karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır (Kaptan & Erdemoğlu, 2014; Doğan & Yalçın, 2020). Özellikle dijital simölasyonların öğrenci başarısı ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkileri incelenmiş;

sonuçlar, teknoloji entegrasyonunun etkin öğretim için önemli bir araç olduğunu göstermiştir.

Karşılaşılan Zorluklar ve Çözüm Önerileri

- Teknolojiye Erişim ve Donanım Eksikliği: Özellikle kırsal ve dezavantajlı bölgelerde yeterli teknolojik altyapının olmaması (Erdemoğlu, 2018).
- Öğretmenlerin Teknoloji Kullanım Yeterlilikleri: Dijital araçları etkili kullanmak için öğretmenlerin mesleki gelişime ihtiyaç duyması (Türel & Dağ, 2016).
- Program Uyumu ve İçerik Kalitesi: Dijital araçların ders müfredatı ile uyumlu ve pedagojik açıdan zengin içeriklere sahip olması gerekliliği (Erdemoğlu & Kaptan, 2012).

Bu zorlukların üstesinden gelmek için kapsamlı öğretmen eğitimi programları, altyapı yatırımları ve pedagojik rehberlik çalışmalarının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68), 3–12. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966803>
- Beers, S. Z. (2011). 21st century skills: Preparing students for their future. Solution Tree Press.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Longman.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1).
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). How people learn: Brain, mind, experience, and school. National Academy Press.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- De Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- Demir, M. K., & Akpınar, E. (2015). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarıları üzerine etkisi. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(5), 673–689.
- Demirel, Ö. (2004). Eğitimde program geliştirme: Kuramdan uygulamaya. Pegem Akademi.
- Doğan, H., & Yalçın, N. (2020). Teknoloji destekli fen öğretiminin öğrenci başarıları ve motivasyonuna etkisi: Meta-analiz çalışması. *Journal of Education and Learning*, 9(1), 94–110. <https://doi.org/10.5539/jel.v9n1p94>
- Erdemoğlu, M. (2018). Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonu: Dijital araçların kullanımı ve etkileri. *Uluslararası Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 9(1), 23–40.
- Erdemoğlu, M., & Kaptan, F. (2012). Fen öğretiminde dijital teknolojilerin kullanımı: Öğrenci başarıları ve tutumlarına etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(42), 131–144.
- Entwistle, N. (2000). Promoting deep learning through teaching and assessment: Conceptual frameworks and educational contexts. Tuning Project.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gardner, H. (1999). Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century. Basic Books.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1), 129–144.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>

- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning. Allyn & Bacon.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Active learning: Cooperation in the college classroom. Interaction Book Company.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). Making cooperative learning work. *Theory Into Practice*, 38(2), 67–73. <https://doi.org/10.1080/00405849909543834>
- Kaptan, F., & Erdemoğlu, M. (2014). Teknoloji destekli fen eğitiminde öğretmen yeterlikleri ve uygulama sorunları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11(2), 68–87.
- Kay, R. H. (2012). Exploring the use of laptop computers in higher education classrooms: A literature review. *Journal of Educational Computing Research*, 46(2), 195–214. <https://doi.org/10.2190/EC.46.2.c>
- Kolari, S., Savander-Ranne, C., & Viskari, E. (2008). Learning needs time and effort: A time-use study of engineering students. *European Journal of Engineering Education*, 33(5–6), 483–498.
- Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317–334). Cambridge University Press.
- McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 24–27.
- Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30(4), 159–167.
- Meyers, C., & Jones, T. B. (1993). Promoting active learning: Strategies for the college classroom. Jossey-Bass.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56(3), 769–780. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020>
- Moon, J. A. (1999). Reflection in learning and professional development: Theory and practice. Routledge.
- National Research Council (NRC). (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct them (Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 2008-01). Florida Institute for Human and Machine Cognition.
- OECD. (2017). PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy. OECD Publishing.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Padilla, M. J. (1990). The science process skills. National Association for Research in Science Teaching.
- Paul, R., & Elder, L. (2008). The miniature guide to critical thinking concepts and tools. Foundation for Critical Thinking.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Lawrence Erlbaum Associates.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 8–13. <https://doi.org/10.1177/003172171209400203>
- Selwyn, N. (2016). *Education and technology: Key issues and debates* (2nd ed.). Bloomsbury Publishing.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). Allyn & Bacon.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639–654. <https://doi.org/10.1080/0950069042000323737>
- Türel, Y. K., & Dağ, F. (2016). Öğretmenlerin teknoloji entegrasyonundaki yeterlilikleri: Fen öğretiminde dijital araç kullanımı. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 6(3), 50–69.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Yaşar, ř. (1998). Yapılandırmacı kuram ve öğrenme-öğretme süreci. *Eğitim ve Bilim*, 22(110), 29–36.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

FEN EĞİTİMİNDE EĞİTİM TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMI: AR/VR VE SİMÜLASYONLAR

Buket Geviş**

GİRİŞ

Günümüzde bilgiye erişim hızının artması, bireylerden yalnızca bilgiyi ezberlemelerini değil; onu analiz etmelerini, yorumlamalarını ve gerçek yaşam problemlerine uyarlayabilmelerini beklemektedir. Bu bağlamda eğitim sistemleri, bireylerin üst düzey düşünme becerilerini kazanmalarını sağlayacak şekilde yeniden yapılandırılmaktadır. Özellikle fen bilimleri eğitimi, bireylerin bilimsel süreç becerilerini geliştirme, doğa olaylarını anlama ve bilimsel bilgi üretme süreçlerine katılım sağlama gibi işlevleriyle 21. yüzyıl becerilerinin kazanılmasında merkezi bir rol oynamaktadır (Bybee, 2010). Ancak fen eğitiminde karşılaşılan bazı pedagojik sınırlılıklar – örneğin soyut kavramların kavranmasındaki güçlükler, laboratuvar olanaklarının yetersizliği, zaman-mekân kısıtlılıkları veya güvenlik endişeleri – öğrenme sürecinin etkinliğini düşürebilmektedir (Zacharia, 2007). Bu sorunların aşılması ve fen öğretiminin daha etkileşimli, erişilebilir ve anlamlı bir hâle getirilmesi amacıyla eğitim teknolojilerinin entegrasyonu kaçınılmaz hâle gelmiştir.

Eğitim teknolojileri, genel anlamda öğretim süreçlerini destekleyen, öğrenme ortamlarını zenginleştiren ve öğrenci-öğretmen etkileşimini artıran dijital araçlar ve uygulamalar olarak tanımlanmaktadır (Roblyer & Doering, 2013). Son yıllarda bu kapsam, yalnızca dijital sunumlar ve bilgisayar destekli öğretimle sınırlı kalmayıp, artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) ve bilgisayar destekli simülasyonlar gibi ileri düzey teknolojileri de içermeye başlamıştır. Bu teknolojiler, öğrencilerin fiziksel ortamda deneyimleyemeyeceği olayları sanal olarak yaşamalarına, soyut kavramları görselleştirmelerine ve karmaşık sistemleri modellemelerine olanak tanımaktadır (Dede, 2009). Böylelikle hem bilişsel hem duyuşsal öğrenme alanlarında daha yüksek düzeyde etkileşim ve başarı elde edilebilmektedir.

** Arş. Gör, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Antalya, buket.gevis@akdeniz.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2871-5377>

Fen eğitiminde AR/VR ve simölasyonların rolünde fen eğitimi, doğası gereği gözleme, deney yapmaya ve hipotezlerin test edilmesine dayalıdır. Bu süreçler, öğrenenlerin yalnızca bilgi edinmesini değil; aynı zamanda bilimsel süreç becerilerini geliştirerek bilgiyi yapılandırmalarını da içerir (National Research Council, 2012). Ne var ki, bu öğrenme ortamlarını tüm öğrencilere eşit şekilde sunmak çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Örneğin mikroskopik canlıların gözlemlenmesi, kimyasal tepkimelerin gerçekleştirilmesi veya uzay olaylarının modellenmesi gibi uygulamalar, özel donanım, yüksek maliyet, zaman kısıtları veya güvenlik riski gibi nedenlerle öğretmenler ve öğrenciler için erişilebilir olmaktan uzak olabilir. Bu noktada AR/VR teknolojileri ve simölasyonlar, bu fiziksel sınırlılıkları ortadan kaldırarak bilimsel süreçlerin dijital ortamlarda deneyimlenmesini mümkün kılar (Makransky & Petersen, 2021).

Artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi, gerçek dünya ortamına dijital nesne, bilgi veya animasyonların yerleştirilmesiyle oluşan hibrit bir deneyim sunar. Öğrenciler AR uygulamaları aracılığıyla örneğin hücre yapısını üç boyutlu ve etkileşimli olarak keşfedebilir, laboratuvar ekipmanlarını sanal olarak tanıyabilir ya da gezegenlerin yörüngelerini kendi çevresel bağlamlarında gözlemleyebilir (Wu vd., 2013). Bu bağlamda AR teknolojileri, özellikle görselleştirme ve bağlamsal öğrenme açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

Sanal gerçeklik (VR) ise kullanıcıyı tamamen dijital bir ortama taşıyarak geleneksel öğrenme ortamlarından farklı bir “daldırma (immersion)” düzeyi sunar. VR destekli fen eğitimi uygulamaları, öğrencilerin atom altı parçacıklardan evrenin oluşumuna kadar geniş bir yelpazedeki konuları keşfetmelerine olanak sağlar (Radianti vd., 2020). Araştırmalar, VR teknolojisinin özellikle kavramsal anlama, ilgiyi sürdürme ve öğrenmeye yönelik motivasyonu artırma açısından geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğunu göstermektedir (Makransky & Mayer, 2022).

Simölasyonlar ise gerçek dünya süreçlerinin matematiksel veya fiziksel modeller aracılığıyla temsil edildiği bilgisayar tabanlı ortamlardır. Fen eğitiminde simölasyonlar, öğrencilere deney yapma imkânı sunmakla birlikte, değişkenler üzerinde denetim sağlayarak nedensel ilişkileri keşfetmelerine yardımcı olur (de Jong vd., 2013). Örneğin Newton’un hareket yasaları, kimyasal denge, elektrik devreleri veya genetik çaprazlamalar gibi konular, simölasyonlar aracılığıyla interaktif bir şekilde

öğrenilebilir. Bu sayede öğrenciler kendi öğrenme süreçlerini yapılandırabilir ve farklı senaryoları deneyimleyerek daha derin bir kavrayış geliştirebilir.

Pedagojik temeller ve kuramsal yaklaşımlarda AR/VR ve simülasyonların eğitimdeki rolü, sadece teknolojik olanaklar açısından değil, aynı zamanda öğrenme kuramları çerçevesinde de değerlendirilmelidir. Özellikle yapılandırmacı öğrenme kuramı (constructivism), öğrencinin öğrenme sürecinde aktif katılımcı olması gerektiğini savunur. Bu kurama göre öğrenme, bireyin yaşantıları, deneyimleri ve önceki bilgi birikimi ile yeni bilgileri bütünleştirilmesiyle gerçekleşir (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978). AR/VR teknolojileri ve simülasyonlar, öğrencilere bu tür etkileşimli ve kişisel deneyim alanları sunarak yapılandırmacı öğrenmeyi desteklemektedir (Jonassen, 1999).

Öte yandan, çoklu ortam öğrenme kuramı (Mayer, 2005) da bu teknolojilerin etkililiğini açıklamada önemlidir. Bu kurama göre insanlar bilgiyi hem sözel hem görsel kanallardan işler; dolayısıyla öğrenme ortamlarında çoklu temsil biçimleri kullanmak, bilişsel yükü dengeleyerek öğrenmeyi artırır. AR/VR uygulamaları ve simülasyonlar, bu bağlamda zenginleştirilmiş içerikleriyle öğrencilerin bilişsel süreçlerini destekler.

Bu kitap bölümünün amacı ve kapsamı, fen eğitiminde giderek artan bir ivmeyle kullanılan eğitim teknolojilerinden AR, VR ve simülasyon uygulamalarının pedagojik değerini ve öğretimsel etkilerini derinlemesine analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bölüm kapsamında, öncelikle bu teknolojilerin kavramsal temelleri ve öğrenme kuramlarıyla ilişkisi açıklanacaktır. Ardından, fen eğitiminin farklı alt disiplinlerinde (biyoloji, fizik, kimya, çevre bilimleri vb.) bu teknolojilerin kullanım alanları, öğrenme çıktıları üzerindeki etkileri ve sınıf içi uygulama örnekleri incelenecektir. Ayrıca güncel araştırma bulguları ışığında bu teknolojilerin güçlü ve sınırlı yönleri değerlendirilecek, öğretmen eğitimi ve müfredat entegrasyonu konularına da değinilecektir.

1. AR/VR Teknolojilerinin Fen Eğitimindeki Yeri

Gelişen dijital teknolojiler, öğrenme ortamlarını yeniden şekillendirmekte ve geleneksel öğretim yöntemlerine alternatif veya tamamlayıcı yenilikçi yaklaşımlar sunmaktadır. Bu bağlamda, Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR) teknolojileri, özellikle fen bilimleri eğitimi gibi soyut kavramların, karmaşık süreçlerin ve çok

boyutlu ilişkilerin yoğun olarak yer aldığı disiplinlerde öğretimsel anlamda büyük potansiyel taşımaktadır (Dede, 2009; Wu vd., 2013). AR ve VR teknolojileri, fen eğitiminde hem bilişsel hem duyuşsal alanlara yönelik öğrenme çıktılarının artırılmasına katkıda bulunmakta; öğrenci merkezli, etkileşimli ve deneyimsel öğrenme ortamları sunarak öğretimi zenginleştirmektedir (Makransky & Petersen, 2021).

1.1. Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Fen Eğitimi

Artırılmış Gerçeklik (AR), gerçek dünya görüntüsünün üzerine dijital içeriklerin (metin, ses, görüntü, animasyon, 3D modeller vb.) bindirilmesiyle oluşturulan bir ortamdır (Azuma, 1997). Bu teknoloji sayesinde öğrenenler, fiziksel çevreyi kaybetmeden dijital verilerle zenginleştirilmiş bir şekilde öğrenme sürecine dahil olabilirler. Fen eğitiminde AR'nin temel avantajı, soyut kavramların somutlaştırılması ve öğrencilerin çevreleriyle etkileşime geçerek konuları bağlamsal olarak öğrenmelerine olanak tanınmasıdır (Wu vd., 2013).

Örneğin; hücre yapısının 3D modellerle incelenmesi, güneş sistemi gezegenlerinin karşılaştırmalı görselleştirilmesi veya kimyasal reaksiyon süreçlerinin canlandırılması gibi uygulamalar, AR destekli öğrenme ortamlarında etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Bressler & Bodzin, 2013). Bu tür etkileşimli uygulamalar, öğrencilerin dikkatini çekmekte, içeriğe olan ilgiyi artırmakta ve öğrenme sürecine aktif katılımı teşvik etmektedir.

AR teknolojilerinin pedagojik etkilerine ilişkin araştırmalar, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin arttığını, motivasyonlarının yükseldiğini ve uzamsal düşünme becerilerinin geliştiğini ortaya koymuştur (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Ayrıca AR, bilimsel deneyleri sanal ortamda güvenli şekilde gerçekleştirme imkânı sunarak deneysel öğrenmeyi erişilebilir hâle getirmektedir. Bu bağlamda AR uygulamaları, fen okuryazarlığının geliştirilmesi açısından da önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir.

1.2. Sanal Gerçeklik (VR) ve Fen Eğitimi

Sanal Gerçeklik (VR), kullanıcıyı tamamen dijital bir ortama dahil eden ve fiziksel dünyadan izole bir öğrenme deneyimi sunan teknolojidir. Kullanıcılar VR gözlükleri veya başlıkları aracılığıyla üç boyutlu, etkileşimli ve çoğu zaman da gerçek dünyaya benzer ortamlarda öğrenme süreçlerine katılırlar. Bu “daldırıcı” (immersive) özellik, fen eğitimi gibi

deneyim temelli disiplinlerde öğrenme etkisini ciddi ölçüde artırabilmektedir (Makransky & Mayer, 2022).

VR'nin fen eğitimine katkıları çok boyutludur. İlk olarak, gerçek dünyada erişilmesi zor veya tehlikeli olan durumların sanal ortamlarda modellenmesini sağlar. Örneğin; volkanik patlamaların gözlemlenmesi, atom altı parçacıkların izlenmesi, DNA'nın yapısının incelenmesi veya uzayda bir keşif görevinin simüle edilmesi gibi öğrenme senaryoları, VR ile gerçekleştirilebilmektedir (Liu vd., 2020).

İkinci olarak, VR teknolojisi öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini (hipotez kurma, değişkenleri kontrol etme, veri toplama, çıkarım yapma vb.) destekleyen uygulamalarla laboratuvar ortamlarını dijital olarak sunabilir. Araştırmalar, VR destekli fen öğretiminin özellikle kavramsal başarı, öğrenci ilgisi, özyeterlik ve motivasyon gibi faktörlerde geleneksel öğretime kıyasla üstünlük sağladığını göstermektedir (Parong & Mayer, 2018).

Ayrıca VR, çoklu duyuya hitap eden bir öğrenme ortamı sunduğu için duyuşal bütünlemeyi desteklemekte ve öğrenme materyallerinin daha iyi kodlanmasına imkân tanımaktadır. Bu bağlamda, Mayer'in (2005) Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı ile tutarlılık gösterdiği söylenebilir. Çünkü VR, sözel ve görsel bilgilerin birlikte sunulduğu, bilişsel yükün dengelendiği ve aktif öğrenmenin teşvik edildiği bir ortam yaratır.

1.3. AR/VR Teknolojilerinin Etkililiği Üzerine Bulgular

Son yıllarda yapılan meta-analiz çalışmaları, AR/VR teknolojilerinin fen eğitimi üzerindeki etkilerini nicel olarak ortaya koymuştur. Örneğin, Radu (2014) tarafından yapılan kapsamlı bir literatür taramasında, AR uygulamalarının öğrenme çıktıları üzerinde genel olarak olumlu etkiler yarattığı; özellikle kavramsal öğrenme, ilgilenme düzeyi ve eğitsel fayda algısında artış sağladığı belirlenmiştir.

Benzer şekilde, VR üzerine yapılan bir sistematik derleme çalışmasında Radianti et al. (2020), sanal gerçeklik destekli öğrenmenin özellikle STEM alanlarında derin öğrenmeyi ve deneyimsel katılımı artırdığını, ancak öğretmen eğitimi ve donanım gereksinimleri gibi bazı sınırlılıkların dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır.

Makransky ve Petersen (2021) tarafından geliştirilen Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL) kuramı da VR'nin

öğrenmedeki rolünü açıklamada önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bu modele göre, VR ortamlarındaki “daldırıcı” deneyim, öğrencinin ilgisini ve duygusal katılımını artırmakta, bu da bilişsel süreçlere daha fazla kaynak ayrılmasını ve öğrenmenin kalıcı olmasını sağlamaktadır.

1.4. Sınıf İçi Uygulamalar ve Müfredata Entegrasyon

AR/VR teknolojilerinin fen eğitimine entegrasyonu, yalnızca bireysel öğrenme deneyimlerine katkı sağlamakla kalmamakta; aynı zamanda öğretim programlarının farklı düzeylerinde (ilkokuldan üniversiteye) etkileşimli içerikler, mobil uygulamalar, laboratuvar simülasyonları ve sanal saha gezileri gibi farklı biçimlerde uygulanabilmektedir.

Örneğin:

- Öğrenciler bir AR uygulamasıyla canlıların iç organlarını inceleyebilir,
- VR gözlükleriyle sanal bir kimya laboratuvarında deney yapabilir,
- Simülasyon ortamında sera etkisini gözlemleyerek çevre bilinci geliştirebilir.

Bu bağlamda, öğretmenlerin bu teknolojilere ilişkin pedagojik yeterliklerinin geliştirilmesi, uygulamaların öğrenme hedefleriyle uyumlu şekilde tasarlanması ve teknolojik donanımın sağlanması gibi koşulların sağlanması kritik öneme sahiptir (Hew & Lo, 2019).

Sonuç olarak, AR ve VR teknolojileri, fen eğitiminin doğasına uygun olarak deneyimsel, etkileşimli ve yüksek düzeyde görselleştirilmiş öğrenme ortamları sunarak hem öğretim sürecini zenginleştirmekte hem de öğrencilerin bilimsel kavramları daha etkili biçimde anlamalarına katkı sağlamaktadır. Bu teknolojilerin etkili şekilde fen öğretimine entegre edilebilmesi için kuramsal bilgi, teknik donanım ve pedagojik planlamanın birlikte ele alınması gerekmektedir.

2. Fen Bilimlerinde Simülasyonların Kullanımı

Fen bilimleri eğitimi, doğayı anlamaya yönelik sistematik gözlem, deney ve modelleme süreçlerini temel alır. Ancak fen öğretimi sürecinde karşılaşılan bazı pratik sınırlılıklar – sınıf ortamında deney yapmanın zorlukları, güvenlik riskleri, zaman ve kaynak kısıtlılıkları – öğrencilerin bilimsel kavramları deneyimleyerek öğrenmesini zorlaştırmaktadır (de Jong, Linn & Zacharia, 2013). Bu bağlamda simülasyonlar, soyut

kavramları görselleştirme, karmaşık süreçleri modelleme ve deneysel süreçleri sanal ortamlarda gerçekleştirme olanağı sunarak fen eğitiminde giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Rutten, van Joolingen & van der Veen, 2012).

2.1. Simülasyonun Tanımı ve Eğitimdeki Rolü

Simülasyon, gerçek dünya süreçlerinin veya sistemlerinin matematiksel ya da fiziksel modellerle sanal bir ortamda temsil edilmesidir. Eğitim bağlamında, simülasyonlar öğrencilerin belirli bir durumu veya olguyu deneyimlemelerine, neden-sonuç ilişkilerini test etmelerine ve çeşitli değişkenler arasında bağlantılar kurarak anlamlı öğrenme oluşturmalarına imkân tanır (Wieman, Adams & Perkins, 2008).

Simülasyonlar, özellikle deney yapma olanağının kısıtlı olduğu durumlarda alternatif veya tamamlayıcı bir öğretim stratejisi olarak öne çıkar. Örneğin:

- Kimya dersinde reaksiyon kinetiği üzerine bir sanal deney yapılabilir,
- Fizikte elektrik devrelerinin kurulumu ve analizi simüle edilebilir,
- Biyolojide genetik çaprazlamalar ya da hücre bölünmesi modellerle öğretilir.

Bu tür uygulamalar, öğrencilerin deneysel süreçlere aktif katılımını sağlarken, soyut kavramların somutlaştırılmasını ve bilişsel yapılandırmayı kolaylaştırır (de Jong & van Joolingen, 1998).

2.2. Simülasyonların Pedagojik Potansiyeli

Simülasyonlar, fen eğitimine üç temel düzeyde katkı sağlar: bilişsel, psikomotor ve duyuşsal.

a. Bilişsel Katkılar

Araştırmalar, simülasyonların kavramsal anlama ve bilgi yapılandırma süreçlerine olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Özellikle öğrencilerin neden-sonuç ilişkilerini daha iyi anlamalarını sağlamakta ve öğrenilen bilgileri yeni durumlara transfer etmelerine yardımcı olmaktadır (Zacharia & Olympiou, 2011). Simülasyonlar, öğrencinin hipotez oluşturmaya, deney tasarlamaya, değişkenleri manipüle etmesine ve sonuçları yorumlamaya olanak tanıyarak bilimsel düşünme becerilerini geliştirir (Tüzün vd., 2009).

b. Psikomotor Katkılar

Gerçek laboratuvar ortamlarına hazırlık sürecinde simülasyonlar, öğrencilerin deney yapma becerilerini sanal olarak geliştirmelerine yardımcı olur. Özellikle güvenlik riski taşıyan deneylerin önce simülasyon ortamında uygulanması, öğrencilerin hem teknik bilgi düzeyini artırmakta hem de hata yapma riskini azaltmaktadır (Jaakkola & Nurmi, 2008).

c. Duyuşsal Katkılar

Simülasyonlar öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonunu, ilgisini ve katılımını artırma potansiyeline sahiptir. Özellikle etkileşimli simülasyonlar, öğrenme sürecini oyunlaştırarak öğrencilerin içsel motivasyonlarını harekete geçirebilir (Smetana & Bell, 2012). Ayrıca öğrencilerin bilimsel konulara yönelik öz yeterlik algıları üzerinde de olumlu etkiler görölmektedir.

2.3. Simülasyon Türleri ve Fen Eğitimindeki Kullanım Alanları

Fen eğitiminde kullanılan simülasyonlar, işlevlerine ve karmaşıklık düzeylerine göre sınıflandırılabilir. Yaygın olarak kullanılan bazı simülasyon türleri şunlardır:

- Açık uçlu simülasyonlar: Öğrencilerin değişkenler üzerinde tam kontrol sahibi olduğu, farklı senaryoları test edebildiği uygulamalardır (örneğin PhET simülasyonları).
- Yönlendirilmiş simülasyonlar: Öğrenciye adım adım rehberlik eden, öğrenme hedeflerine yönelik yapılandırılmış uygulamalardır.
- Modelleme tabanlı simülasyonlar: Öğrencilerin belirli bir sistemin işleyişini modelleyerek yeni durumları öngörmelerini sağlar (örneğin ekosistem simülasyonları).
- Sanal laboratuvarlar: Gerçek laboratuvar deneylerinin sanal ortama taşındığı, deneysel süreçlerin birebir taklit edildiği ortamlardır.

Bu simülasyonlar özellikle fizik, kimya, biyoloji, çevre bilimleri ve yer bilimleri gibi fen alanlarında kullanılarak öğrencilerin kavramsal ve deneysel bilgilerini pekiştirir.

2.4. Simülasyonların Öğrenme Çıktılarına Etkisi

Yapılan meta-analiz ve deneysel araştırmalar, simülasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına anlamlı düzeyde katkı sağladığını

ortaya koymaktadır. Örneğin Rutten et al. (2012), 51 çalışmayı inceledikleri meta-analizlerinde, bilgisayar destekli simülasyonların fen öğretiminde öğrencilerin kavramsal başarılarını artırdığını belirtmiştir. Benzer şekilde PhET simülasyonlarının kullanıldığı çalışmalarda, öğrencilerin öğrenme düzeylerinde ve kavramları anlama oranlarında anlamlı artışlar gözlemlenmiştir (Wieman vd., 2008).

2.5. Simülasyonların Sınırlılıkları ve Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Her ne kadar simülasyonlar önemli fırsatlar sunsa da bazı sınırlılıklar ve dikkat edilmesi gereken noktalar da bulunmaktadır:

- Gerçeklikten uzaklaştırma riski: Simülasyonlar, doğrudan gözlem yerine soyutlaştırılmış modellemeler sunduğu için öğrencilerin doğa ile doğrudan bağ kurmasını engelleyebilir.
- Teknik erişim ve dijital okuryazarlık: Simülasyonların etkin kullanımı için teknik donanım ve yazılım yeterliliği gerekir. Ayrıca öğretmen ve öğrencilerin dijital okuryazarlık düzeyleri de başarıyı etkiler.
- Yeterli pedagojik rehberlik gerekliliği: Öğrencilerin simülasyonları etkili biçimde kullanabilmesi için öğretmen rehberliği ve yapılandırılmış öğrenme senaryoları kritik öneme sahiptir (Zacharia et al., 2015).

Bu sınırlılıkların farkında olunması, simülasyonların öğretim programlarına daha bilinçli ve etkili biçimde entegre edilmesini sağlayacaktır.

2.6. Sonuç

Simülasyonlar, fen eğitiminin doğasına uygun şekilde deneysel öğrenmeyi destekleyen, kavramsal anlamayı kolaylaştıran ve öğrenenlerin bilimsel süreçlere aktif olarak katılmalarını sağlayan güçlü bir öğretim aracıdır. Özellikle deney yapmanın mümkün olmadığı, güvenlik riski taşıdığı veya zaman açısından sınırlı olduğu durumlarda simülasyonlar, öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesine büyük katkı sağlar. Ancak bu teknolojilerin pedagojik hedeflerle uyumlu ve yapılandırılmış biçimde uygulanması gereklidir. Etkili öğretim için simülasyonların, rehberlik, geri bildirim ve bilişsel desteklerle birlikte planlanması, fen eğitiminin niteliğini artıracaktır.

3. Sanal Deneyler ve Etkileşimli Öğrenme

Fen eğitimi, doğayı gözlemleme, deney yapma ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme üzerine kurulu bir öğrenme alanıdır. Ancak fiziksel laboratuvar ortamlarının maliyetli, zaman alıcı ve bazı durumlarda tehlikeli olabilmesi gibi nedenlerle, geleneksel yöntemlerin yerine ya da tamamlayıcısı olarak sanal deneyler öne çıkmaktadır (de Jong vd., 2013). Sanal deneyler, öğrencilerin internet veya bilgisayar destekli ortamlarda, fiziksel olarak gerçek deney ortamında bulunmadan, bilimsel süreçleri etkileşimli şekilde deneyimlemelerini sağlar.

Bu deneysel ortamlar, etkileşimli öğrenme ilkeleri doğrultusunda tasarlandığında, öğrencilerin yalnızca bilgi tüketicisi değil, aynı zamanda öğrenme sürecinin aktif bir öznesi hâline gelmesini teşvik eder (Chi, 2009). Etkileşimli öğrenme, öğrencinin kavramsal gelişimini, problem çözme becerilerini ve bilimsel akıl yürütme yetisini geliştirmeye yönelik güçlü bir pedagojik yaklaşımdır.

3.1. Sanal Deneylerin Tanımı ve Özellikleri

Sanal deney, bilgisayar veya web tabanlı ortamlar aracılığıyla, öğrencilerin değişkenler üzerinde kontrol sağlayarak bilimsel süreçleri taklit ettiği ve deneysel sonuçları gözlemleyebildiği öğrenme araçlarıdır (Ma & Nickerson, 2006). Genellikle görsel-işitsel bileşenler, grafikler, etkileşimli simülasyonlar ve geri bildirim sistemleri içerir.

Sanal deneylerin öne çıkan özellikleri şunlardır:

- Erişilebilirlik: Fiziksel laboratuvar imkânı olmayan okullar için deney yapma fırsatı sunar.
- Güvenlik: Tehlikeli maddeler veya riskli koşullar olmadan deney yapılabilir.
- Tekrarlanabilirlik: Öğrenciler deneyleri defalarca yaparak hatalarını analiz edebilir.
- Zaman ve maliyet verimliliği: Deneysel araçlara gerek kalmadan süreçler simüle edilebilir.
- Bireyselleştirme: Öğrencilerin öğrenme hızına ve düzeyine göre uyarlanabilir.

Bu özellikler, özellikle 21. yüzyıl becerileri ve dijital okuryazarlıkla bütünleşen bir fen eğitimi anlayışı açısından oldukça değerlidir (Bell & Trundle, 2008).

3.2. Etkileşimli Öğrenme Kuramı ve Sanal Deneylerle İlişkisi

Etkileşimli öğrenme, öğrencinin öğrenme sürecine aktif katılımını ve öğrenme materyaliyle dinamik ilişkiler kurmasını öngören bir yaklaşımdır. Chi'nin (2009) "aktif, etkileşimli ve yaratıcı öğrenme çerçevesi", bu süreçleri üç düzeyde açıklar:

1. Aktif öğrenme: Bilgiye maruz kalma ve tepki verme (örneğin not alma),
2. Etkileşimli öğrenme: Bilgi ile etkileşim kurma ve dönüt alma (örneğin simülasyonla deney yapma),
3. Yapılandırıcı öğrenme: Yeni bilgileri mevcut bilgiyle bütünleştirerek yapılandırma.

Sanal deneyler, bu üç düzeyi de destekleyebilir. Özellikle ikinci ve üçüncü düzeylerde (etkileşimli ve yapılandırıcı öğrenme) öğrencilere deney yapma, gözlemleme, veri yorumlama, hipotez test etme gibi bilimsel süreç becerilerini kazandırmada etkilidir (Zacharia & Olympiou, 2011).

3.3. Sanal Deneylerin Öğrenmeye Katkıları

a. Kavramsal Anlama

Sanal deneyler, öğrencilerin soyut fen kavramlarını görselleştirmesini ve anlamlandırmasını kolaylaştırır. Örneğin, moleküler düzeyde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar ya da elektrik devrelerindeki akım davranışı gibi gözlemlenmesi güç süreçler sanal ortamda modellenabilir (Rutten et al., 2012). Bu sayede öğrenciler, kavramlar arasındaki ilişkileri daha kolay kurabilir ve hatalı ön bilgilerini düzeltme fırsatı bulur (Smetana & Bell, 2012).

b. Bilimsel Süreç Becerileri

Sanal deneyler, hipotez kurma, kontrol değişkeni belirleme, veri toplama ve analiz etme gibi bilimsel süreç becerilerini etkin biçimde geliştirebilir. Araştırmalar, sanal laboratuvar ortamlarında yapılan deneylerin bu beceriler üzerinde fiziksel laboratuvar deneyleri kadar – hatta bazı durumlarda daha fazla – etkili olabileceğini ortaya koymuştur (Jaakkola & Nurmi, 2008; Zacharia vd., 2015).

c. Motivasyon ve Tutum

Etkileşimli sanal deneyler, öğrencilerin öğrenmeye olan motivasyonunu artırmakta, bilimsel konulara yönelik olumlu tutum geliştirmelerini sağlamaktadır. Özellikle oyunlaştırılmış ve geri bildirim içeren sanal laboratuvar ortamları, öğrenmeyi hem eğlenceli hem de anlamlı hâle getirmektedir (Makransky vd., 2019).

3.4. Sanal Deney Örnekleri ve Kullanım Alanları

Fen eğitiminde kullanılan başlıca sanal deney platformları ve uygulama örnekleri şunlardır:

- PhET Interactive Simulations: Fizik, kimya, biyoloji gibi alanlarda etkileşimli ve açık uçlu deney ortamları sunar (Wieman vd., 2008).
- Go-Lab: Avrupa’da geliştirilen bir sanal laboratuvar platformudur; yönlendirilmiş sorgulama temelli etkinlikler içereir.
- Labster: VR destekli sanal laboratuvar senaryoları ile özellikle lise ve üniversite düzeyinde kullanılır.

Bu platformlar, müfredata entegre biçimde kullanılabilir; öğrencilere kendi öğrenme hızlarında ilerleme, tekrar yapma ve hata yaparak öğrenme fırsatı tanır.

3.5. Etkili Kullanım İçin Pedagojik Öneriler

Sanal deneylerin fen öğretiminde etkili olabilmesi için aşağıdaki unsurlar önemlidir:

- Yapılandırılmış rehberlik: Öğrencilere deney sürecinde ne yapacaklarını anlamalarına yardımcı olacak açık yönergeler verilmelidir (Zacharia et al., 2015).
- Bütünleştirilmiş öğretim: Sanal deneyler, öğretim sürecinin merkezine yerleştirilmeli, dersin hedefleriyle uyumlu olarak planlanmalıdır.
- Geri bildirim: Öğrencilerin eylemleri sonucunda anlık geri bildirim almaları, öğrenmeyi pekiştirir.
- Bilişsel destekler: Kavram haritaları, açıklayıcı metinler ve örnek olaylar, öğrencilerin anlam yapılarını geliştirmelerine katkı sağlar (de Jong vd., 2013).

3.6. Sonuç

Sanal deneyler, etkileşimli öğrenme ilkeleriyle bütünleştğinde fen eğitiminin hem kavramsal hem de deneysel yönünü destekleyen güçlü bir öğretim aracına dönüşmektedir. Etkin şekilde kullanıldığında bu deneyler, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirir, öğrenme motivasyonlarını artırır ve onları öğrenmenin pasif alıcıları değil, aktif üreticileri hâline getirir. Bu nedenle sanal deneylerin, dijital çağın gerektirdiği öğretim tasarımı yaklaşımları doğrultusunda planlanması ve pedagojik bütünlük içinde uygulanması kritik önemdedir.

4. Eğitimde Teknoloji ve Öğrenci Başarıları

Teknoloji, eğitim sistemlerinde hem öğretim süreçlerini hem de öğrenme çıktılarını dönüştüren güçlü bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Öğrenci başarısının artırılmasında teknolojinin rolü, çok boyutlu ve karmaşık bir etkileşimler ağı içerisinde incelenmelidir. Bu bağlamda, teknolojinin öğrenme süreçlerine entegrasyonu, pedagojik yaklaşımlar, öğrenci özellikleri, öğretmen yeterlilikleri ve teknolojinin türü gibi değişkenlerle şekillenir (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Tamim vd., 2011).

4.1. Teknolojinin Öğrenme Teorileriyle Bütünleşmesi

Teknolojinin öğrenci başarısına etkisi, onun pedagojik bağlamda nasıl kullanıldığıyla doğrudan ilişkilidir. Özellikle yapılandırmacı öğrenme teorileri, sosyal etkileşim ve aktif öğrenme yaklaşımları teknoloji entegrasyonunu desteklemektedir (Jonassen, 1999). Örneğin, Vygotsky'nin Sosyal Gelişim Teorisi'ne dayalı öğrenme ortamlarında, teknoloji, öğrenciler arasında işbirliği ve etkileşim için zengin bir platform sunar (Vygotsky, 1978).

Teknoloji, öğrencilerin bilgiye aktif olarak katılmasını ve öğrenme sürecini özelleştirmesini sağlar. Bu bağlamda, öğrenci merkezli öğrenme ortamları yaratılır; böylece öğrenciler kendi öğrenme hızlarına göre ilerleyebilir ve kendi öğrenme stratejilerini geliştirebilir (Means vd., 2010).

4.2. Teknoloji Türlerinin Öğrenci Başarısına Etkisi

Farklı teknoloji türlerinin öğrenci başarısına etkileri çeşitlilik göstermektedir:

- Etkileşimli Simülasyonlar ve Sanal Laboratuvarlar: Fen bilimlerinde kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkin

olduğu görölmüştür (Rutten, van Joolingen & van der Veen, 2012). Özellikle soyut kavramların somutlaştırılması ve deney yapma imkanı sunması nedeniyle başarı üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Smetana & Bell, 2012).

- Öğrenme Yönetim Sistemleri (LMS): Öğrencilerin materyallere kolay erişimini sağlamak, bireysel ilerlemeyi izlemek ve etkileşimli içerikler sunmak yoluyla akademik performansı destekler (Kirkwood & Price, 2014).
- Mobil Öğrenme ve Oyun Tabanlı Öğrenme: Öğrencilerin motivasyonunu ve katılımını artırarak öğrenme sonuçlarını iyileştirdiği, özellikle genç öğrenciler arasında olumlu sonuçlar verdiği kanıtlanmıştır (Papastergiou, 2009).
- Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR): Daha yeni teknolojiler olmasına rağmen, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ve öğrenme motivasyonlarını artırdığı, karmaşık bilimsel konseptlerin öğrenilmesini kolaylaştırdığı yönünde bulgular bulunmaktadır (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

4.3. Teknolojinin Öğretmen Roller ve Pedagojik Uygulamalar Üzerindeki Etkisi

Teknoloji kullanımı, öğretmenin rolünü değiştirerek rehberlik, kolaylaştırıcılık ve koçluk işlevlerini ön plana çıkarır (Ertmer, 1999). Teknoloji, öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkili takip etmelerine ve bireyselleştirilmiş geri bildirim sağlamalarına olanak tanır (Baylor & Kim, 2004).

Ancak teknolojinin öğrenci başarısına katkısı, öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliliklerine bağlıdır. Teknolojiyi etkili biçimde entegre eden öğretmenler, öğrenci başarısını artırma potansiyeline sahiptir; aksi takdirde teknoloji sadece dikkat dağıtıcı bir unsur olabilir (Hew & Brush, 2007).

4.4. Öğrenci Başarısının Ölçülmesi ve Teknolojinin Etkisi

Öğrenci başarısı, genellikle sınav puanları, kavramsal testler ve bilimsel süreç becerileri gibi ölçütlerle değerlendirilir. Teknoloji destekli öğrenme ortamlarında, özellikle problem çözme, eleştirel düşünme ve üst düzey bilişsel beceriler üzerinde olumlu gelişmeler gözlenmiştir (Cheung & Slavin, 2013).

Meta-analizler, teknoloji destekli öğrenmenin etkisini büyötmek için etkileşimli, işbirlikli ve yansıtıcı öğrenme aktivitelerinin kritik olduğunu vurgular (Tamim vd., 2011). Ayrıca, öğrencilerin teknolojiyi aktif öğrenme aracı olarak kullanmaları, öğrenme motivasyonlarını ve öz düzenleme becerilerini artırmaktadır (Zimmerman, 2002).

4.5. Teknoloji Kullanımının Engelleri ve Sınırlılıkları

Teknolojinin eğitimdeki etkisi, teknolojik altyapı eksiklikleri, öğretmenlerin yetersiz eğitimi, öğrencilerin dijital okuryazarlık düzeyi ve pedagojik entegrasyon eksiklikleri gibi faktörlerle sınırlandırılabilir (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

Ayrıca, teknolojinin aşırı ve amaçsız kullanımı bilişsel yükü artırabilir ve öğrencilerin dikkatinin dağılmasına neden olabilir (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011). Bu nedenle, teknoloji kullanımında pedagojik amaçlara ve öğrenci ihtiyaçlarına odaklanmak zorunludur.

4.6. Sonuç

Eğitimde teknolojinin öğrenci başarısına katkısı, çok yönlü ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Teknolojinin etkili kullanımı, pedagojik stratejilerle entegrasyonuna, öğretmen ve öğrencilerin yeterliliklerine bağlıdır. Doğru tasarlanmış teknoloji destekli öğrenme ortamları, öğrenci motivasyonunu, kavramsal anlayışı ve üst düzey bilişsel becerileri artırarak akademik başarıyı olumlu yönde etkiler. Ancak teknoloji, öğretim sürecinin bir aracı olarak görölmeli ve pedagojik hedeflerle uyumlu şekilde kullanılmalıdır.

5. VR/AR Araçlarının Sınıf İçi Uygulama Örnekleri: Detaylı İnceleme

Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR), eğitimde öğrenci merkezli, etkileşimli ve deneyimsel öğrenme ortamları yaratma potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Özellikle fen bilimleri ve teknik alanlarda karmaşık ve soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırarak öğrenme süreçlerini dönüştürmektedir (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Bu teknolojilerin sınıf içi uygulamalarını disiplinler ve pedagojik stratejiler bağlamında detaylıca incelemek gerekir.

5.1. Fen Bilimleri ve Matematik Derslerinde Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Kimya ve Fizik Deneyleri: VR ortamında laboratuvar deneyleri gerçekleştiren öğrenciler, klasik laboratuvarlarda karşılaşılan tehlikelerden

arındırılmış, zamansal ve mekansal kısıtlamalardan bağımsız olarak deney yapabilmektedir. Örneğin, Makransky ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında, VR tabanlı kimya laboratuvarı uygulaması, öğrencilerin deneysel kavramları anlama düzeyinde artış sağlamış ancak aşırı dikkat yüküne neden olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle VR uygulamalarında içerik tasarımının bilişsel yükü minimize edecek şekilde olması önemlidir (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011).

Matematik Kavramlarının Somutlaştırılması: VR teknolojisi sayesinde soyut matematiksel kavramlar (örneğin, geometrik şekiller, fonksiyon grafikleri) üç boyutlu ve hareketli modellerle öğrencilere sunulabilir. Bu sayede öğrenciler kavramların mekânsal ve dinamik özelliklerini deneyimleyerek öğrenir (Merchant vd., 2014).

5.2. Artırılmış Gerçeklik ile Somut ve Bağlamsal Öğrenme

Biyoloji ve Anatomi Eğitiminde AR: AR uygulamaları, öğrencilerin insan vücudu veya hayvan anatomisi gibi karmaşık sistemleri 3D modeller olarak gerçek ortamda gözlemlmelerini sağlar (Bacca et al., 2014). Örneğin, öğrenciler AR gözlükleri veya mobil cihazlar aracılığıyla bir iskelet modelini interaktif olarak inceleyebilir, katmanları kaldırıp farklı sistemleri (kas, sinir, dolaşım) ayrı ayrı gözlemleyebilirler (Radu, 2014). Bu yöntem, özellikle laboratuvar malzemelerinin yetersiz olduğu okullarda etkilidir.

Coğrafya ve Tarih Derslerinde Mekânsal Bilginin Zenginleştirilmesi: AR haritalar ve katmanlar, coğrafı bilgilerin yerinde ve interaktif biçimde sunulmasını sağlar. Tarih derslerinde ise AR uygulamalarıyla tarihi mekanların canlandırılması, öğrenci ilgisini artırmakta ve anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir (Chang vd., 2016).

5.3. Dil Öğretiminde VR/AR Uygulamaları

Simölasyon Tabanlı Dil Pratiği: VR ortamlarında, öğrenciler sanal ortamda gerçekçi sosyal senaryolar içinde dil pratiği yapabilirler. Bu sayede, yabancı dil öğrenen öğrencilerin konuşma korkusu azalır, daha özgürce pratik yapabilirler (Parmaxi & Zaphiris, 2019).

AR ile Kelime Öğrenme ve Kültürel Bağlam: AR destekli flash kartlar, nesneleri gerçek dünyada etiketleyerek kelime öğrenimini kolaylaştırır. Ayrıca, kültürel bağlamda öğrencilerin dili anlamlandırması için sanal

objelerle zenginleştirilmiş öğrenme ortamları sağlar (Godwin-Jones, 2016).

5.4. Sosyal Bilgiler ve Tarih Derslerinde VR'nin Kullanımı

Sanal Tarih Turları: VR uygulamalarıyla öğrenciler, antik kentleri, savaş alanlarını ve önemli tarihi olayları gerçekçi biçimde deneyimleyebilirler (Freina & Ott, 2015). Bu uygulamalar, soyut tarih bilgilerini öğrencilerin somut deneyimlerine dönüştürerek anlamayı derinleştirir ve empati gelişimini destekler.

Eleştirel Düşünme ve Perspektif Alma: VR simülasyonları, öğrencilere farklı perspektiflerden olayları değerlendirme fırsatı sunar. Örneğin, savaş veya göçmenlik temalı VR deneyimleri, öğrencilerin farklı sosyal ve kültürel bakış açılarını anlamalarına yardımcı olur (Slater & Wilbur, 1997).

5.5. Öğrenci Motivasyonu ve Katılımında VR/AR'ın Rolü

Araştırmalar, VR ve AR uygulamalarının öğrencilerin derse ilgisini ve katılımını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Öğrenciler, teknolojinin sunduğu yenilikçi öğrenme deneyimleri sayesinde daha aktif öğrenici konumuna geçerler (Radianti vd., 2020). Bu durum, öğrencilerin öğrenmeye karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlar ve akademik başarıyı destekler.

Ayrıca, VR/AR uygulamalarında gerçek zamanlı geri bildirim ve kişiselleştirilmiş öğrenme imkânları, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini daha iyi yönetmelerine olanak tanır (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

5.6. Uygulama Zorlukları ve Pedagojik Dikkat Edilmesi Gerekenler

VR/AR teknolojilerinin sınıf içi kullanımı teknik altyapı, öğretmen eğitimi ve içerik kalitesi gibi unsurlara bağlıdır. Teknolojinin pedagojik amaca hizmet etmesi için öğretmenlerin yeterli teknoloji pedagojisi bilgi ve becerisine sahip olması gereklidir (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

Öğrencilerin teknolojiye erişim eşitsizliği ve potansiyel sağlık etkileri (göz yorgunluğu, baş dönmesi gibi) göz önünde bulundurulmalıdır (Makransky vd., 2019).

5.7. Sonuç

VR ve AR teknolojileri, öğrenme ortamlarını zenginleştirerek öğrencilerin aktif, deneyimsel ve anlamlı öğrenmelerine katkıda bulunur. Fen bilimleri, dil öğrenimi, sosyal bilgiler gibi birçok alanda somut örneklerle pedagojik uygulamalar geliştirilmekte ve olumlu sonuçlar alınmaktadır. Ancak, teknolojinin etkili ve sürdürülebilir kullanımı için öğretmen eğitimi, içerik geliştirme ve altyapı yatırımları kritik öneme sahiptir.

Kaynaklar

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Baylor, A. L., & Kim, Y. (2004). Pedagogical agent design: The impact of agent realism, gender, ethnicity, and instructional role. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62(1), 47–65. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2004.06.002>
- Bell, R. L., & Trundle, K. C. (2008). The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 346–372. <https://doi.org/10.1002/tea.20225>
- Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505–517.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Chang, Y.-S., Morreale, P., & Medicherla, P. (2016). Using augmented reality and GIS to support geospatial education and research. *Computers & Education*, 103, 52–62.
- Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 88–113. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001>
- Chi, M. T. H. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73–105. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x>
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66–69.
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47–61. <https://doi.org/10.1007/BF02299597>
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *eLearning and Software for Education*, 1, 133–141.
- Godwin-Jones, R. (2016). Emerging technologies: Augmented reality and language learning: From annotated vocabulary to place-based learning. *Language Learning & Technology*, 20(3), 9–19.
- Hew, K. F., & Lo, C. K. (2019). Flipped classroom improves student learning in health professions education: A meta-analysis. *BMC Medical Education*, 19(1), 1–12.
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223–252. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 271–283. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2007.00259.x>
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. II, pp. 215–239). Lawrence Erlbaum Associates.

- Kirkwood, A., & Price, L. (2014). Technology-enhanced learning and teaching in higher education: What is 'enhanced' and how do we know? A critical literature review. *Learning, Media and Technology*, 39(1), 6–36. <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.770404>
- Liu, Q., Zhang, Y., & Wang, L. (2020). Exploring learners' understanding of science concepts through immersive virtual reality learning. *Interactive Learning Environments*, 28(6), 742–754.
- Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits of taking a virtual field trip in immersive virtual reality: Evidence for the immersive virtual field trip effect. *Journal of Educational Psychology*, 114(4), 667–683.
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937–958.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 38(3), Article 7. <https://doi.org/10.1145/1132960.1132961>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>
- Parmaxi, A., & Zaphiris, P. (2019). An inclusive framework for the design and evaluation of educational virtual reality applications for people with disabilities. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 1–17.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785–797.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.
- Roblyer, M. D., & Doering, A. H. (2013). *Integrating educational technology into teaching* (6th ed.). Pearson.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603–616.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4–28. <https://doi.org/10.3102/0034654310393361>
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y., & Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68–77.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49.
- Zacharia, Z. C. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: An effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 120–132.
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317–331. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.03.001>
- Zacharia, Z. C., Loizou, E., & Papaevripidou, M. (2015). Is physicality an important aspect of learning through science experimentation among kindergarten students? *Early Childhood Research Quarterly*, 31, 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.01.003>

LİSE 9. SINIF FİZİK DERS KİTABINDA YER ALAN SORULARIN VE PROBLEMLERİN ÖĞRETİM PROGRAMINDA YER ALAN BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ YÖNÜNDEN İÇERİK ANALİZİ *

Güleser Yıldız**, Ersin Bozkurt***,

GİRİŞ

Bu araştırmada Türkiye’de 2022-2023 eğitim öğretim yılından itibaren Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından kullanılması kabul edilen 9. Sınıf fizik dersi kitabının 2018 yılında yayınlanan fizik öğretim programında bulunan bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirmesini içerecektir. Bu araştırmanın amacı, ders kitabındaki fizik konularında yer alan soruların ve ünite sonu soruların programda karşılığını bulduğu kazanımlardaki bilimsel süreç becerilerine ne kadar yer verildiğini incelemektir. Fizik öğretim programının ve ders kitaplarının, bilimsel süreç becerilerini ne derece içerdiği, öğrencilerin gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bilimsel süreç becerileri, günümüzde her öğrencinin kazanması gereken temel becerilerdendir. Bu nedenle, hem eğitim programlarında hem de okullarda kullanılan ders kitaplarında bu becerilerin bulunması büyük önem taşımaktadır. Bilimsel süreç becerilerine dayalı bir eğitim süreci, öğrencilerin bilimsel bilgiyi edinme ve bu bilgiyi anlamlandırma konusunda daha başarılı olmalarını sağlar. Ayrıca, günümüzde bireylerden beklenen ve 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan; yenilikçilik, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim, iş birliği yapma gibi öğrenme becerileri ile bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığı gibi beceriler, bilimsel süreç becerileri ile yakından ilişkilidir. Bu beceriler, aynı zamanda gerçek dünyadaki sorunları çözme yeteneğini geliştiren temel beceriler arasında

** Science Education Teacher, Ministry of National Education, Konya Necmettin Erbakan University, Faculty of Educational Sciences, Physics, omer.yilmaz.42@hotmail.com, ORCID: [orcid.org/ 0000-0002-0077-5191](https://orcid.org/0000-0002-0077-5191)

***Prof. Dr. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi AB.D. ebozkurt@erbakan.edu.tr, orcid.org/0000-0001-9079-6847

**** Prof. Dr. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi AB.D. eturkkan@erbakan.edu.tr, orcid.org/0000-0003-4365-5544

yer almaktadır (Aslan et al., 2016) . Öğrencilerin fizik öğrenme sürecinde genellikle ezberlemeye ve hazır bilgiye yöneldikleri, ayrıca bir proje tasarlarken bilimsel bilgilerin oluşum aşamalarına uygun beceriler sergileyemedikleri gözlemlenmektedir. Bu tür davranışlar, fizik öğretim programı ile ders kitaplarındaki fizik konularının bilimsel süreç becerileri açısından eksiklikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Bilimsel süreç becerilerinin incelenmesi, 2018 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan fizik dersi öğretim programı ile Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'na onaylanmış 9. sınıf fizik ders kitabı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Fen Bilimleri Eğitimi

Fen eğitimi, zaman içinde öğretim paradigmasında önemli bir dönüşüm geçirmiş; bilgi aktarımına dayanan geleneksel yöntemlerden, öğrencinin merkezde yer aldığı ve deneyimle öğrenmeyi ön plana çıkaran modern yaklaşımlara yönelmiştir. Başlangıçta, fen öğretimi büyük ölçüde öğretmenin aktif olduğu, öğrencinin ise bilgiyi pasif olarak aldığı uygulamalara dayanmaktaydı. Ancak zamanla, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha etkin roller üstlendikleri, sorgulamaya ve keşfe dayalı yapılandırmacı modeller yaygınlık kazanmıştır (Çepni & Ayas, 1997).

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren eğitim sistemleri, fen öğretiminde bilimsel düşünme becerilerine daha fazla yer vermeyi amaçlamıştır. Bu dönemde geliştirilen öğretim stratejileri yalnızca kavramsal bilgilerin aktarımını değil; aynı zamanda öğrencilerin bilimsel araştırma süreçlerine örneğin hipotez oluşturma, veri toplama ve deney yapma katılmalarını da teşvik etmiştir (Driver, Newton & Osborne, 2000). 1960'lerden itibaren yaygınlaşan “Yeni Fen Programları” ise fen öğretimine anlam oluşturmaya dayalı yapılandırmacı bir bakış açısı kazandırmıştır.

Fen öğretiminin temel hedefleri arasında, öğrencilerin doğa olaylarını anlamlandırmalarına yardımcı olmak, bilimsel bilgiye ulaşma yollarını öğretmek ve bilimsel yöntemi yaşamla ilişkilendirme becerisi kazandırmak yer almaktadır (Harlen,1999). Türkiye’de 2005 yılındaki müfredat değişikliği ile birlikte fen bilimleri öğretiminde yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiş ve bu sayede öğrencilerin araştırmacı, sorgulayıcı bireyler olarak yetiştirilmesi öncelikli hedeflerden biri hâline gelmiştir (MEB, 2018).

Günümüzde fen eğitimi, disiplinler arası yaklaşımları da içerecek şekilde genişlemiş; öğrencilerin günlük yaşamdaki bilimsel sorunlara çözüm üretmelerine olanak sağlayacak bilgi ve becerilerle donatılmaları amaçlanmıştır. Bu bağlamda STEM temelli uygulamalar, laboratuvar destekli öğrenme süreçleri, projeye dayalı öğretim, modelleme etkinlikleri ve tartışmaya dayalı argümantasyon yöntemleri çağdaş fen eğitiminin yapı taşları arasında yer almaktadır (Bybee, 2010).

Sonuç olarak, fen bilimleri öğretimi yalnızca teorik bilgilerin kazandırılmasıyla sınırlı kalmayıp; aynı zamanda bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, karar verme ve araştırma yapma yetkinliklerinin artırılması yönünde çok yönlü bir gelişim sergilemiştir. Bu doğrultuda oluşturulan öğrenme ortamları, fen eğitiminin temel amaçlarının gerçekleştirilmesinde önemli katkılar sunmaktadır.

Fizik Eğitimi

Fizik eğitimi, zaman içerisinde hem içeriği hem de öğretim stratejileri açısından önemli dönüşümler yaşamıştır. Tarihin ilk dönemlerinde fizik öğretimi, daha çok doğa olaylarını açıklamaya odaklanan, kuramsal bilgilerin doğrudan aktarımına dayalı geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Ancak günümüzde, bu klasik anlayış yerini öğrencinin aktif katılımını esas alan, sorgulamaya ve deneyime dayalı yapılandırmacı yaklaşımlara bırakmıştır.

20.yüzyılın ortalarından itibaren bilim ve teknolojiye yaşanan ilerlemeler, fizik eğitiminin toplumsal ve bireysel işlevlerini yeniden şekillendirmiştir. Bu dönemde fizik dersleri yalnızca bilgi aktarımı sağlamayı değil, aynı zamanda öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme ve deneysel süreçleri anlama gibi üst düzey becerilerini geliştirmeyi de amaçlamaya başlamıştır (Çepni, Ayas, Johnson & Turgut, 1996). Özellikle 1960’lardan sonra uygulamaya konan “Yeni Fen Programları”, öğrencilerin bilimsel süreçlere daha aktif biçimde katılım göstermesini ön plana çıkarmıştır.

Fizik öğretiminin temel hedeflerinden biri, bireylerin doğadaki olay ve olguları anlamlandırmalarını sağlamak, bu olaylar arasında nedensel bağlar kurabilmelerini teşvik etmek ve bilimsel yöntemi içselleştirmelerine yardımcı olmaktır (Karplus, 1977). Türkiye’de ise 2005 yılında benimsenen yapılandırmacı eğitim yaklaşımını doğrultusunda, fizik derslerinde öğrenci

merkezli öğrenme ortamlarının oluşturulmasına daha fazla önem verilmiştir (MEB, 2018).

Günümüzde fizik eğitimi, salt kuramsal bilginin aktarımıyla sınırlı kalmayıp, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini örneğin hipotez kurma, deney düzenleme, veri toplama ve değerlendirme geliştirmelerine de odaklanmaktadır. Bunun yanı sıra, disiplinler arası öğrenmeyi destekleyen STEM temelli etkinlikler ve teknoloji destekli öğretim yöntemleri de fizik eğitiminin modern boyutları arasında yer almaktadır (Ayvacı, 2010).

Bilimsel Süreç Becerileri

Bilimsel süreç becerileri, öğrencilerin doğa olaylarını sorgulama, mantıklı çıkarımlar yapma ve sistematik gözlemlerle bilgi üretme yeterliliklerini kazanmalarını sağlayan temel bilişsel araçlardır. Fizik eğitimi özelinde bu beceriler, soyut kavramların somut deneysel verilerle ilişkilendirilmesini kolaylaştırmakta, öğrencilerin teorik bilgiyi uygulamalı bağlamlara taşımalarını mümkün kılmaktadır. Deney tasarlama, hipotez oluşturma, değişkenleri kontrol etme ve elde edilen bulguları yorumlama gibi beceriler, yalnızca laboratuvar ortamlarıyla sınırlı kalmayıp, öğrencilerin gündelik yaşamla fiziksel yasalar arasında bağlantı kurmasını da desteklemektedir. Bu bağlamda, bilimsel süreç becerileriyle yapılandırılmış bir fizik öğretim süreci, öğrenciyi pasif bir bilgi alıcısı konumundan çıkararak, etkin bir bilgi üreticisi ve sorgulayıcı birey olarak konumlandırmaktadır.

Bilimsel süreç becerileri, bireylerin çevresindeki doğal olayları anlamlandırmasına, soru sormasına ve bilgiyi düzenli biçimde üretmesine olanak tanıyan zihinsel yetkinlikler olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram, 1960'lı yıllarda Amerika'da başlatılan fen öğretimi projeleriyle eğitim literatürüne sistematik biçimde dâhil edilmiştir. Özellikle Science – A Process Approach (SAPA) adlı proje, sadece bilimsel içerik aktarımını değil, bilginin üretim süreçlerinin de eğitim yoluyla öğrenciye kazandırılması gerektiği fikrini öne çıkarmıştır (Padilla, 1990). Bu anlayış doğrultusunda, süreç becerileri fen öğretiminin ayrılmaz bir bileşeni haline gelmiş ve çeşitli öğretim programlarına entegre edilmiştir.

Bu beceriler doğuştan gelen doğal eğilimlerden ziyade, eğitim sürecinde sistematik olarak geliştirilen zihinsel kazanımlardır. Dolayısıyla, öğretmenler tarafından bilinçli şekilde planlanan öğrenme ortamlarında yapılandırılmaları gerekmektedir. Bilimsel süreç becerilerinin eğitime

dâhil edilmesi, öğrencilerin yalnızca mevcut bilgileri edinmesini değil, bu bilgileri sorgulamasını, değerlendirmesini ve yeniden üretmesini de olanaklı kılar (Harlen & Qualter, 2014). Temel ve gelişmiş düzeyde sınıflandırılan bu beceriler arasında, gözlem yapma, ölçüm gerçekleştirme ve nesneleri sınıflandırma gibi ilk düzey yetkinliklerin erken öğrenme süreçlerinde kazandırılması önerilmektedir.

Öğrencilerin bu becerileri ne düzeyde kullanabildiği, onların bilişsel gelişim basamaklarıyla doğrudan ilişkilidir. Piaget'nin bilişsel gelişim kuramı çerçevesinde değerlendirildiğinde, soyut işlemler dönemine ulaşmış bireylerin, deneysel düşünme, hipotez geliştirme ve test etme gibi daha karmaşık işlemleri daha etkili biçimde gerçekleştirebildiği görülmektedir (Lawson,1995). Bu durum, fen öğretiminin, öğrencilerin gelişim evrelerine uygun yapılandırılması gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle ortaöğretim düzeyinde süreç becerilerinin sistemli olarak kazandırılması, bilimsel düşünme alışkanlığının yerleşmesine katkı sağlamaktadır.

Güncel literatür, bilimsel süreç becerilerinin yalnızca bilimsel bilginin edinimiyle sınırlı olmadığını, aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme ve araştırma yürütme gibi yüksek düzey zihinsel becerilerle yakından bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu becerilerin fen alanlarının yanı sıra, sosyal bilimler, matematiksel düşünme ve gündelik yaşamın karmaşık sorunlarının çözümünde de önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Aktamış & Ergin, 2008). Bu çok boyutlu işlevsellik, bilimsel süreç becerilerinin disiplinler arası bir perspektifle ele alınmasını ve öğretim tasarımında merkezi bir yere konumlandırılmasını gerektirmektedir.

Bilimsel süreç becerileri (BSB), öğrencilerin bilimsel bilgiyi üretme, değerlendirme ve uygulama süreçlerine etkin katılım göstermelerine olanak tanıyan temel yeterlikler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, fen ve fizik ders kitaplarının BSB'yi ne düzeyde desteklediği birçok araştırmanın odağında yer almıştır. Literatürde bilimsel süreç becerilerinin adı ve içeriği ile ilgili aşağı yukarı birbirine yakın çeşitli adlandırmalar ve tanımlanmalar yer almaktadır.

Bu çalışmada;

Temel Süreç Becerileri;

- Gözlem
- Ölçme
- Sınıflama
- Sayı ve uzay ilişkileri kurma

Nedensel Süreç Becerileri;

- Önceden kestirme
- Değişkenleri belirleme
- Verileri yorumlama
- Sonuç çıkarma

DeneySEL Süreç Becerileri;

- Hipotez kurma
- Verileri kullanma ve model oluşturma
- Deney yapma
- Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme
- Karar verme

olmak üzere 12 temel süreç becerisine göre analiz yapılacaktır (Kılıç & Bağcı, 2003).

Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler, doküman inceleme yöntemiyle analiz edilmiştir. Ünite bazında hazırlanan değerlendirme formlarından elde edilen bilgiler, her ünite için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca, araştırmanın geçerliliğini artırmak amacıyla öğretmen ve öğrenci görüşlerine de başvurulmuştur. Süreç boyunca seçilen öğretmen ve öğrencilerden, bilimsel süreç becerilerine ilişkin deneyim ve düşünceler toplanarak nitel veriler elde edilmiştir. Bu veriler, ortak eğilimler çerçevesinde betimsel analiz yöntemi kullanılarak yorumlanmıştır.

Doküman analizinden elde edilen bulgular, öğretim programında yer alan bilimsel süreç becerilerinin ders kitabında nasıl yansıtıldığını ortaya

koymak amacıyla istatistiksel olarak değeriendirilmiştir. Bu bağlamda, iki kategorik değişken arasındaki ilişkinin anlamlılığı Ki-Kare testi ile incelenmiştir. Ki-Kare testi, özellikle frekanslara dayalı verilerde gruplar arası farkların istatistiksel anlamlılığını belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. p değeriinin 0,05'in altında olması, iki değişken arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2004).

Araştırmada, 9. sınıf fizik ders kitabında yer alan etkinlik ve soruların iğerdiği bilimsel süreç becerileri ile öğretim programındaki kazanımlar arasında bir ilişki olup olmadığı Ki-Kare testiyle analiz edilmiştir. Bu sayede, öğretim programı ve ders kitabı arasında bilimsel süreç becerilerine yönelik tutarlılık düzeyi belirlenmiştir.

Ki-Kare (χ^2) Testinin Hesaplanma Süreci

Ki-Kare testi, kategorik değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılır. Hesaplama süreci belirli aşamalardan oluşmaktadır:

İlk aşamada, çapraz tablo üzerinde her hücre için beklenen (expected) değeri hesaplanır. Beklenen değeri, ilgili hücrenin satır ve sütun toplamalarının çarpımının genel toplam değeriine bölünmesiyle elde edilir. Bu işlem, aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$\text{Beklenen Değer} = (\text{Satır Toplamı} \times \text{Sütun Toplamı}) / \text{Genel Toplam}$$

İkinci adımda, Ki-Kare test istatistiği hesaplanır. Bu hesaplamada, her hücredeki gözlenen (observed) ve beklenen (expected) değeri arasındaki farkların kareleri alınarak beklenen değeriye bölünür ve tüm hücreler için elde edilen bu değeri toplamır. Kullanılan formül şu şekildedir:

$$\chi^2 = \sum [(Gözlenen - Beklenen)^2 / Beklenen]$$

Üçüncü aşamada, testin serbestlik derecesi (degrees of freedom, df) belirlenir. Serbestlik derecesi, tablo üzerindeki satır sayısından 1 çıkarılması ve sütun sayısından 1 çıkarılmasıyla elde edilen iki değeriin çarpımıdır:

$$df = (\text{Satır Sayısı} - 1) \times (\text{Sütun Sayısı} - 1)$$

$$\text{Örnek: } df = (5 - 1) \times (2 - 1) = 4$$

Son olarak, hesaplanan χ^2 değeri, seçilen anlamlılık düzeyine (genellikle $\alpha = 0.05$) ve hesaplanan serbestlik derecesine karşılık gelen

tablo değerleri ile karşılaştırılır. Örneğin; eğer hesaplanan test istatistiği $\chi^2 = 9.85$ ve kritik değer 9.488 ise, $9.85 > 9.488$ olduğu için $p < 0.05$ sonucuna ulaşılır. Bu durum, analiz edilen değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu gösterir..

Bulgular

Bu tezde 6 tane ünite konusu yer almaktadır.

- 1.Ünite: Fizik Bilimine Giriş
- 2. Ünite: Madde VE Özellikleri
- 3.Ünite: Hareket ve Kuvvet
- 4.Ünite: Enerji
- 5.Ünite: Isı ve Sıcaklık
- 6.Ünite: Elektrostatik

Her üniteye ait bilimsel süreç becerilerini analiz edebilmek adına kitapta yer alan konu anlatımı soruları ile ilgili, değerlendirme soruları ile ilgili, öğretim programı kazanımlarını karşılayıp karşılamadığı ile ilgili ve ki kare testi sonuçları ile ilgili 4 tablo vardır.

Aşağıda 1. Ünite konusu olan Fizik Bilimine Giriş konusuna ait tablolar yorumlanmıştır. Diğer konulara ait tablolar paylaşılmamış tablolar la ilgili yorumlar konu bazında yapılmıştır.

Fizik Bilimine Giriş Ünitesinin Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Değerlendirilmesi

Fizik ders kitabının Fizik Bilimine Giriş Ünitesinin konu anlatımı bölümünde yer alan soruların ölçmeyi amaçladıkları bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo-1.1 Fizik Bilimine Giriş Ünitesinin Konu Anlatımı Bölümünde Yer Alan Soruların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

1.ÜNİTE		
FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ	FİZİK BİLİMİ	TOPLAM
(DERS KİTABI)		
TEMEL BECERİLER	35	35
Gözlem Yapma	10	10
Ölçme	8	8
Sınıflama	7	7
Verileri Kaydetme	4	4
Sayı ve Uzay İlişkisi	6	6
Kurma		
Nedensel Beceriler	34	34
Önceden Kestirme	9	9
Değişkenleri Belirleme	5	5
Sonuç Çıkarma	12	12
Verileri Yorumlama	8	8
DeneySEL Beceriler	13	13
Hipotez Kurma	3	3
Model Oluşturma	4	4
Deney Yapma	2	2
Değişkenleri Değiştirme	1	1
ve Kontrol Etme		
Karar Verme	3	3
TOPLAM	82	82

Tablo 1.1 incelendiğinde, “Fizik Bilimine Giriş” ünitesinde yer alan örnek soruların toplamda 82 bilimsel süreç becerisini ölçtüğu görölmektedir. Bu beceriler üç ana kategori altında toplanmış olup; temel süreç becerileri 35 kez, nedensel beceriler 34 kez ve deneysel beceriler 13 kez ölçölmüştür. Bu dağılım, temel ve nedensel becerilerin birbirine oldukça yakın düzeyde temsil edildiğini, buna karşın deneysel becerilere daha sınırlı yer verildiğini göstermektedir.

Temel beceriler kategorisinde en fazla ölçölen alt beceri gözlem yapma (n=10) olurken, onu sırasıyla ölçme (n=8), sınıflama (n=7) ve sayı-uzay ilişkisi kurma (n=6) izlemektedir. Bu durum, öğrencilerin fiziksel

kavramları tanımlama, nicel verileri anlama ve kavramlar arası ilişki kurma becerilerine öncelik verildiğini düşündürmektedir.

Nedensel beceriler kapsamında ise en yüksek frekansa sahip alt becerinin sonuç çıkarma ($n=12$) olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca, önceden kestirme ($n=9$) ve verileri yorumlama ($n=8$) gibi becerilere de sıklıkla yer verilmiştir. Bu bulgular, öğrencilerin gözlem ve bilgiye dayalı mantıksal çıkarımlarda bulunmalarını teşvik eden bir yaklaşımın benimsendiğini ortaya koymaktadır.

Öte yandan, deneysel süreç becerileri başlığı altında yer alan maddeler arasında model oluşturma ($n=4$) ve hipotez kurma ($n=3$) en fazla ölçülen beceriler olmuştur. Buna karşın, deney yapma ($n=2$), değişkenleri değiştirme ve kontrol etme ($n=1$) ve karar verme ($n=3$) gibi uygulamaya dayalı beceriler daha sınırlı şekilde yer almıştır. Bu, öğrencilerin deneysel süreçlere aktif katılımını destekleyen etkinliklerin nispeten az olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 1.2 incelendiğinde, “Fizik Bilimine Giriş” ünitesinde yer alan toplam 34 değerlendirme sorusunun toplamda bilimsel süreç becerisini ölçtüğu görölmektedir. Fizik ders kitabında yer alan toplam 34 değerlendirme sorusu bilimsel süreç becerileri açısından incelenmiş ve bu soruların çoğunlukla temel ve nedensel beceriler kapsamında yapılandırıldığı belirlenmiştir. Soruların alt düzey beceri dağılımı incelendiğinde, özellikle sınıflama ($n=13$), ölçme ($n=6$) ve sonuç çıkarma ($n=8$) gibi becerilerin ön plana çıktığı görölmektedir. Bu bulgular, öğrencilerin kavramsal bilgileri ayırt edebilme, fiziksel büyüklükleri tanıma ve eldeki verilere dayalı çıkarım yapabilme gibi bilişsel yeterliliklerinin geliştirilmesinin hedeflendiğini göstermektedir.

Nedensel beceriler bağlamında ise “sonuç çıkarma” ve “verileri yorumlama” alt becerilerinin öne çıktığı belirlenmiştir. Bu tür sorular, öğrencilerin gözlem ve bilgiler ışığında mantıksal akıl yürütme yapmalarını gerektirmektedir. Bununla birlikte “önceden kestirme” becerisinin sınırlı ölçüde yer aldığı ($n=2$) ve “değişkenleri belirleme” gibi daha analitik becerilere hiç yer verilmediği görölmektedir.

Deneysel süreç becerilerine yönelik herhangi bir soruya ise rastlanmamıştır. “Hipotez kurma”, “model oluşturma”, “deney yapma” gibi becerilerin hiç ölçölmemiş olması, öğrencilerin bilimsel yöntemin deneysel aşamalarına ilişkin yeterliliklerinin değerlendirilmediğini

göstermektedir. Bu durum, özellikle laboratuvar uygulamaları ya da araştırma temelli öğrenme ortamlarının desteklenmediği bir ölçme yaklaşımına işaret etmektedir.

Tablo-1.2 Fizik Bilimine Giriş Ünitesinin Değerlendirme Sorularının Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

1.ÜNİTE FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ (DERS KİTABI)	FİZİK BİLİMİ	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	28	28
Gözlem Yapma	3	3
Ölçme	6	6
Sınıflama	13	13
Verileri Kaydetme	2	2
Sayı ve Uzay İlişkisi	4	4
Kurma		
Nedensel Beceriler	16	16
Önceden Kestirme	2	2
Değişkenleri Belirleme	1	1
Sonuç Çıkarma	8	8
Verileri Yorumlama	8	8
Deneyisel Beceriler	2	2
Hipotez Kurma	0	0
Model Oluşturma	0	0
Deney Yapma	0	0
Değişkenleri Değiştirme		
ve Kontrol Etme	1	1
Karar Verme	1	1
TOPLAM	46	46

Tablo 1.3 incelendiğinde, “Fizik Bilimine Giriş” ünitesinde yer alan örnek soruların ve değerlendirme sorularının öğretim programında yer alan kazanımları bilimsel süreç becerileri açısından ne derece karşıladığı incelenmiş her bir becerinin hangi kazanımları (K1-K4) desteklediği analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre:

K2 kazanımı (fiziğin uygulama alanları, alt dalları ve diğer disiplinlerle ilişkisi) toplamda 12 farklı beceri ile desteklenerek en yüksek temsil oranına sahiptir. K1 ve K3 kazanımları (evrendeki olayların anlaşılması ve fiziksel niceliklerin sınıflandırılması) eşit sayıda, yani 6 beceri ile desteklenmektedir. K4 kazanımı (bilim araştırma merkezlerinin fizik bilimi açısından önemi) yalnızca 1 beceri ile temsil edilmiştir. Bu durum, K4’e yönelik soru çeşitliliğinin yetersiz olduğunu göstermektedir.

Tablo-1.3 Fizik Bilimine Giriş Ünitesine Ait Kazanımların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ (DERS KİTABI)	FİZİK BİLİMİ TOPLAM				
	K1	K2	K3	K4	
TEMEL BECERİLE	3	5	4	5	17
Gözlem Yapma	*	*	*	*	2
Ölçme	-	*	-	*	1
Sınıflama	*	*	*	*	4
Verileri Kaydetme	-	*	*	*	1
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	*	*	*	*	2
NEDENSEL BECERİLE	4	3	4	4	17
Önceden Kestirme	*	-	*	*	1
Değişkenleri Belirleme	*	*	*	*	4
Sonuç	*	*	*	*	4
Verileri Yorumlama	*	*	*	*	4
DENEYSEL BECERİLE	0	5	0	0	5
Hipotez	-	*	-	-	1
Model	-	*	-	-	1
Deney Yapma	-	*	-	-	1
Değişkenleri Değiştirme ve	-	*	-	-	1
Karar Verme	-	*	-	-	1
TOPLAM	7	13	8	9	37

‘**’ işareti o konu ile ilgili kazanımı karşıladığını ‘-’ işareti karşılamadığını gösterir.

K1: Evrendeki olayların anlaşılmasında fizik biliminin önemini açıklar

K2: Fiziğin uygulama alanlarını, alt dalları ve diğer disiplinlerle ilişkilendirir.

K3: Fiziksel nicelikleri sınıflandırır.

K4: Bilim araştırma merkezlerinin fizik bilimi için önemini açıklar.

Temel Beceriler: Tüm kazanımlar tarafından büyük ölçüde karşılanmaktadır. Gözlem yapma, sınıflama ve sayı-uzay ilişkisi kurma becerileri yüksek oranda temsil edilmiştir.

Nedensel Beceriler: Özellikle sonuç çıkarma ve verileri yorumlama gibi kritik düşünme becerileri tüm kazanımlar tarafından oldukça güçlü bir şekilde desteklenmiştir.

Deneyisel Beceriler: Hipotez kurma, deney yapma, model oluşturma gibi üst düzey beceriler K2 kazanımı dışında büyük oranda ihmal edilmiştir.

Tablo-1.4 Fizik Bilimine Giriş Ünitesinde Yer Alan Soruların Ölçmeyi Amaçladıkları Bilimsel Süreç Becerileri ve Fizik Bilimine Giriş Ünitesindeki Kazanımların İçerdikleri Bilimsel Süreç Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

	Temel Beceriler	Nedensel Beceriler	Deneyisel Beceriler	sd	X ²	p
Kazanımlar	%44	%44	%27	2	5.593	0,061
Sorular	%43	%41	%13			

Tablo 1.4 incelendiğinde yapılan analiz sonucunda, Fizik Bilimine Giriş ünitesinde yer alan öğretim kazanımları ile bu kazanımları değerlendirmeye yönelik olarak yapılandırılmış soruların içerdiği bilimsel süreç becerileri karşılaştırılmış ve veriler üzerinde Ki-kare testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, temel becerilerin kazanımlarda %44 oranında yer aldığı, buna karşılık sorularda bu oranın %43'e düştüğü gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, nedensel beceriler kazanımlarda %44 oranında temsil edilirken, sorularda %41 gibi bir orana sahip olduğu belirlenmiştir.

Deneyisel beceriler bakımından ise kazanımlarda %27 oranı saptanmışken, bu becerilerin sorularda 13% oranında yer aldığı tespit edilmiştir.

Bu sonuç, öğretim programındaki kazanımlar ile bu kazanımlara karşılık gelen sorular arasında bilimsel süreç becerileri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir ($p>0.05$). Bununla birlikte, yüzdelik dağılımlar dikkate alındığında, özellikle deneyisel becerilerin sorular içerisinde oldukça düşük düzeyde temsil edildiği dikkat çekmektedir. Bu durum, öğretim sürecinde öğrencilerin

deneysel uygulamalara dayalı düşünme becerilerinin değerlendirilmesinde bir eksiklik bulunduğunu göstermektedir.

Madde ve Özellikleri Ünitesinin Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Değerlendirilmesi

Fizik ders kitabının madde ve özellikleri ünitesinin konu anlatımı bölümünde yer alan soruların ölçmeyi amaçladıkları bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı Tablo 2.1 'de sunulmuştur.

Tablo-2.1 Madde ve Özellikleri Konu Anlatımı Bölümünde Yer Alan Örnek Soruların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

2.MADDEVE ÖZELLİKLERİ ÜNİTESİ	MADDE VE ÖZKÜTLE	DAYANIKLILIK	ADEZYON VE KOHEZYON	TOPLA M
TEMEL BECERİLER	19	16	14	49
Gözlem Yapma	6	10	4	18
Ölçme	5	3	2	12
Sınıflama	4	3	3	10
Verileri Kaydetme	1	0	5	6
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	3	0	0	0
NEDENSEL BECERİLER	18	2	7	27
Önceden Kestirme	3	0	2	5
Değişkenleri Belirleme	5	0	3	8
Sonuç Çıkarma Verileri	6	0	1	7
Yorumlama	4	2	2	8
DENEYSEL BECERİLER	9	1	2	12
Hipotez Kurma	1	0	1	2
Model Oluşturma	2	0	1	3
Deney Yapma	3	0	0	3
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	2	0	0	2
Karar Verme	1	1	0	1
TOPLAM	46	19	23	88

Tablo 2.1 incelendiğinde, "Madde ve Özellikleri" ünitesinde yer alan 19 örnek sorunun toplamda 88 beceri örüntüsü belirlenmiş olup bunların

%55,6'sı temel becerilere, %30,6'sı nedensel becerilere ve %13,6'sı deneysel becerilere aittir. Temel beceriler kategorisinde "gözlem yapma" (%20,5), "ölçme" (%13,6) ve "sınıflama" (%11,3) en sık karşılaşılan beceriler olarak öne çıkmıştır. Buna karşın, "sayı ve uzay ilişkisi kurma" gibi zihinsel işlemler gerektiren becerilerin ders kitabındaki örnek sorularda hiç yer almamış olması dikkat çekicidir. Nedensel beceriler açısından ise "değişkenleri belirleme" ve "verileri yorumlama" gibi alt becerilerin öne çıktığı; ancak bu becerilerin sayıca temel becerilere kıyasla daha sınırlı kaldığı gözlenmiştir..

Konulara göre dağılımda, "Madde ve Özkütle" başlığı altında en fazla bilimsel süreç becerisi (n=46) yer almakta olup bu konuyu "Adezyon ve Kohezyon" (n=23) ve "Dayanıklılık" (n=19) izlemektedir. Bu dağılım, bazı alt başlıkların bilimsel süreç becerileriyle daha zengin ilişkilendirildiğini, bazı başlıklarda ise bu bütünlüğün sağlanamadığını göstermektedir. Tablo 2.2 incelendiğinde, "Madde ve Özellikleri" ünitesine ait toplam 32 adet değerlendirme sorusunun bilimsel süreç becerilerine dayalı dağılımını ortaya koymaktadır. Bu beceriler arasında en yüksek frekansla öne çıkan alt kategori ise "Verileri Kaydetme" becerisidir (n=15). Bu durum, öğrencilerin gözlem sonuçlarını sistemli biçimde kaydetmeye teşvik edildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, "Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma" becerisinin oldukça sınırlı düzeyde yer alması (n=2), nicel analiz ve matematiksel ilişkiler kurma becerilerinin yeterince temsil edilmediğine işaret etmektedir.

Nedensel beceriler kategorinde özellikle "Verileri Yorumlama" becerisi ön plana çıkmakta (n=14) ve öğrencilerin mevcut bilgileri analiz ederek mantıksal çıkarımlarda bulunmalarını hedefleyen soruların önemsendiğini göstermektedir. Bununla birlikte, "Önceden Kestirme" becerisinin düşük frekansla temsil edilmesi (n=2), geleceğe dönük hipotez ya da olasılık temelli akıl yürütme yetilerinin arka planda bırakıldığını göstermektedir.

Yine tablo 2.2 'ye bakıldığında deneysel beceriler açısından tablonun daha sınırlı bir içerik sunduğu görülmektedir. "Deney Yapma" (n=3) ve "Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme" (n=2) gibi becerilerin ölçüldüğü soruların varlığı olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Ancak, "Hipotez Kurma" (n=2) ve "Model Oluşturma" (n=1) gibi bilimsel sürecin öncül adımlarını oluşturan kritik becerilerin oldukça sınırlı düzeyde yer alması, öğrencilerin deneysel araştırma sürecinin

yapılandırılmasına aktif olarak katılma olanaklarının kısıtlı olduğunu göstermektedir.

Tablo-2.2 Madde ve Özellikleri Ünitesinin Değerlendirme Sorularının Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

2.MADDEVE ÖZELLİKLERİ ÜNİTESİ	MADDE VE ÖZKÜTLE	DAYANIKLILIK	ADEZYON VE KOHEZYON	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	19	13	8	40
Gözlem Yapma	3	2	4	9
Ölçme	5	3	2	10
Sınıflama	2	1	1	4
Verileri Kaydetme	8	6	1	15
Sayı ve Uzak İlişkisi Kurma	1	1	0	2
NEDENSEL BECERİLER	12	10	6	28
Önceden Kestirme	1	1	0	2
Değişkenleri Belirleme	3	2	1	6
Sonuç Çıkarma Verileri	2	2	2	6
Yorumlama	6	5	3	14
DENEYSEL BECERİLER	3	4	2	9
Hipotez Kurma	0	1	1	2
Model Oluşturma	0	1	0	1
Deney Yapma	2	1	0	3
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	1	1	0	2
Karar Verme	0	0	1	1
TOPLAM	34	27	16	67

Tablo 2.3 incelendiğinde, “Madde ve Özellikleri” ünitesine ait dört temel kazanımın (K1–K4) hangi bilimsel süreç becerilerini içerdiği detaylı şekilde incelenmiştir. Kazanımlar; özkütle, dayanıklılık, adezyon-kohezyon kavramlarının anlaşılmasına yönelik olup, her birinin bilimsel süreç becerileriyle olan ilişkisi yıldız (*) ile gösterilmiştir. Bu analiz, öğretim programında yer alan kazanımların bilişsel düzeyde hangi bilimsel becerilere odaklandığını belirlemeye katkı sağlamaktadır.

Tablo-2.3 Madde ve Özellikleri Ünitesine Ait Kazanımların İçerdikleri Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

2.MADDE VEÖZELLİ KLERİ ÜNİTESİ	MADDE VE ÖZKÜTL E	DAYANI KLILIK	ADEZYON VE KOHEZYON	TOPLA M
	K	K		
TEMEL BECERİLE	4	4	4	2
				4
Gözlem	*	*	*	-
Ölçme	*	-	*	*
Sınıflama	*	*	-	-
VerileriKayd	*	*		-
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	-	*	-	*
NEDENSEL BECERİLE	4	3	2	4
				3
Önceden Kestirme	*	-		*
Değişkenleri Belirleme	*	*	*	*
Sonuç	*	*	-	*
Verileri Yorumlama	*	*	*	*
DENEYSEL BECERİLE	2	2	3	3
				0
Hipotez	*	-	*	
Model	-	*	-	
Deney Yapma	*	-	*	-
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	-	-	*	*
Karar Verme	-	*	-	*
TOPLAM	10	9	9	9
				37

“*” Öğretim programındaki kazanımın karşılandığını “-” karşılanmadığını göstermektedir.

K1: Titreşim, dalga hareketi, dalga boyu, periyot, frekans, hız ve genlik kavramlarını açıklar

K2: Günlük hayatta saf maddelerin ve karışımların özkütlelerinden faydalanan durumlara örnekler verir.

K3: Dayanıklılık kavramını açıklar

K4: Yapışma (adezyon) ve birbirini tutma (kohezyon) olaylarını örneklerle açıklar .

Elde edilen bulgulara göre, tüm kazanımlar içerisinde en fazla yer verilen bilimsel süreç becerileri “Değişkenleri Belirleme”, “Sonuç

Çıkarma” ve “Verileri Yorumlama’dır. Bu üç beceri her dört kazanımda da yer almakta olup, bu durum öğrencilerin neden-sonuç ilişkileri kurma ve bilgiyi analiz etme yetilerini geliştirmeye yönelik bir öğretim yaklaşımının benimsendiğini göstermektedir. Bununla birlikte “Verileri Kaydetme” ve “Sınıflama” gibi temel beceriler de bazı kazanımlarda yer almakla birlikte tüm kazanımlarda sistematik biçimde temsil edilmemiştir. Bu durum, temel düzeyde veri işleme ve kategorilendirme becerilerinin her kazanım için eşit derecede önemsenmediğini ortaya koymaktadır.

Öte yandan, “Deney Yapma” ve “Hipotez Kurma” gibi deneysel becerilerin yalnızca belirli kazanımlarda yer alması, üniteye bazı kazanımların daha çok kavramsal bilgi düzeyinde ele alındığını düşündürmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin aktif öğrenme süreçlerine daha fazla katılımını sağlamak amacıyla tüm kazanımlarda deneysel becerilerin sistematik biçimde yer almasının önemi bir kez daha vurgulanabilir.

Tablo-2.4 Fizik Ders Kitabı Madde Ve Özellikleri Ünitesinde Yer Alan Soruların Ölçmeyi Amaçladıkları Bilimsel Süreç Becerileri ve Fizik Öğretim Programı Fizik Bilimine Giriş Ünitesindeki Kazanımların İçerdikleri Bilimsel Süreç Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

	Temel Beceriler	Nedensel Beceriler	Deneysel Beceriler	sd	X ²	p
Kazanımlar	%38	%35	%27	2	5,593	0,061
Sorular	%54	%33	%13			

Tablo 2.4 incelendiğine konu anlatımı ve değerlendirme sorularındaki bilimsel süreç becerilerinin, kazanımlardaki becerilerle karşılaştırmalı olarak ki-kare testi sonuçlarını göstermektedir. İlgili test sonucuna göre $p=0.061$ $p = 0.061$ $p=0.061$ değeri %5 anlamlılık düzeyinin biraz üzerinde çıkmıştır; bu durum, sorular ile kazanımlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ancak sınır değere yakın olduğunu göstermektedir. Bu da eğitim içeriği ile ölçme araçları arasında belirli bir uyum olduğunu, ancak geliştirmeye açık yönlerin de bulunduğunu düşündürmektedir.

Hareket ve Kuvvet Ünitesinin Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Değerlendirilmesi

Fizik ders kitabının Hareket Ve Kuvvet ünitesinin konu anlatımı bölümünde yer alan soruların ölçmeyi amaçladıkları bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı Tablo 3.1 'de sunulmuştur.

Tablo 3.1 incelendiğinde, hareket ve kuvvet konularına ait çeşitli alt başlıklar kapsamında yer alan soruların bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı sunulmuştur. Analiz, temel, nedensel ve deneysel olmak üzere üç ana beceri grubu çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen veriler, en yoğun biçimde "temel beceriler" (n = 36) ve "nedensel beceriler" (n = 40) üzerine odaklanıldığını göstermektedir.

Tablo-3.1 Hareket ve Kuvvet Konu Anlatımı Bölümünde Yer Alan Soruların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

1.HAREKET VE KUVVET ÜNİTESİ	HAREKE T	KUVVET	NEWTON'IN HAREKET YASALARI	SÜRTÜNME KUVVETİ	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	18	6	10	2	36
Gözlem Yapma	6	2	3	1	12
Ölçme	4	2	2	0	6
Sınıflama	2	0	2	1	
Verileri	3	0	1	0	10
Kaydetme					
Sayı ve Uzay	3	2	2	0	7
İlişkisi Kurma					
NEDENSEL BECERİLER	20	7	9	4	40
Önceden	4	2	1	1	8
Kestirme					
Değişkenleri	5	1	2	1	9
Belirleme					
Sonuç Çıkarma	6	2	3	1	12
Verileri	5	2	3	1	11
Yorumlama					
DENEYSEL BECERİLER	7	0	3	2	12
Hipotez Kurma	1	0	0	1	2
Model	1	0	1	0	2
Oluşturma					
Deney Yapma	2	0	1	0	3
Değişkenleri					
Değiştirme ve	2	0	0	0	2
Kontrol Etme					
Karar Verme	1	0	1	1	3
TOPLAM	45	6	22	8	88

Özellikle "verileri yorumlama" ($n = 11$) ve "sayı ve uzay ilişkisi kurma" ($n = 7$) gibi bilişsel olarak daha yapılandırılmış alt becerilerin sıkça yer bulduğu görülmektedir. Bu durum, öğrencilerin veriler arasında ilişki kurma, örüntüleri analiz etme ve matematiksel bağlantıları değerlendirme konularında desteklendiğini göstermektedir.

Ancak "deneysel beceriler" grubuna daha sınırlı oranda yer verilmiş olması dikkat çekicidir. Özellikle "hipotez kurma" ($n = 1$), "model oluşturma" ($n = 2$) ve "karar verme" ($n = 3$) gibi üst düzey bilişsel süreçleri tetikleyen beceriler oldukça düşük düzeyde temsil edilmektedir. Bu durum, öğrencilerin bilimsel sorgulama süreçlerinde aktif rol almalarının desteklenmediğini ve gerçek yaşam problemleriyle deneysel bağ kurma fırsatlarının kısıtlı kaldığını göstermektedir.

Newton'un hareket yasalarına yönelik sorularda, nedensel beceriler yönünden görece daha dengeli bir dağılım gözlemlenirken, deneysel becerilere yeterli yer verilmediği görülmektedir. Sürtünme kuvveti alt başlığı altında ise toplam beceri sayısının oldukça düşük kalması, bu bölümde bilimsel süreç odaklı bir soru çeşitliliğinin sağlanmadığını ortaya koymaktadır.

Tablo 3.2 incelendiğinde tabloda yer alan 38 değerlendirme sorusuna yönelik analiz yapıldığında, toplam 76 bilimsel süreç becerilerinden 41'i temel becerilere yönelik olup, bu da yaklaşık %54'lük bir oranı temsil etmektedir. Özellikle "Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma" ($n=15$), "Ölçme" ($n=13$) ve "Gözlem Yapma" ($n=7$) becerileri ön plana çıkmaktadır. Bu sonuç, fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi, grafik okuma, hesaplama ve mantıksal ilişki kurma gibi alanlara yoğunlaşıldığını göstermektedir. Ancak, "Verileri Kaydetme" ve "Sınıflama" gibi bilgi organizasyonuna yönelik beceriler daha sınırlı sayıda yer almıştır. Bu durum, öğrencilerin analiz ettikleri verileri yazılı olarak yapılandırma fırsatlarının sınırlı kaldığını göstermektedir.

Nedensel beceriler ise toplamda 25 kez karşımıza çıkmakta ve %33'lük bir dilimi oluşturmaktadır. Bu alanda en fazla kullanılan beceri "Sonuç Çıkarma" ($n=10$) olmuştur. Bu, öğrencilerin bilimsel verilerden mantıklı sonuçlar çıkarabilme yönünde teşvik edildiğini gösterir. Bununla birlikte "Değişkenleri Belirleme" ($n=6$) ve "Verileri Yorumlama" ($n=5$) gibi beceriler, öğrencilerin daha analitik ve sorgulayıcı bir yaklaşımı benimsediğini ortaya koymaktadır. Ancak "Önceden Kestirme" becerisinin sadece 4 kez kullanılması, öğrencilerin hipotez geliştirme ya da

tahmin yürütme pratiğine yeterince yönlendirilmediğini düşündürmektedir.

Tablo-3.2 Hareket ve Kuvvet Ünitesinde Yer Alan Değerlendirme Sorularının Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

1.HAREKET VE KUVVET ÜNİTESİ	HAREKET	KUVVET	NEWTON'IN HAREKET YASALARI	SÜRTÜNME KUVVETİ	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	11	7	11	12	41
Gözlem	2	1	2	2	7
Yapma					
Ölçme	3	3	4	3	13
Sınıflama	1	0	1	1	3
Verileri Kaydetme	1	0	0	2	3
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	4	3	4	4	15
NEDENSEL BECERİLER	5	7	5	8	25
Önceden Kestirme	1	1	1	1	4
Değerışkenleri Belirleme	1	2	1	2	6
Sonuç Çıkarma	2	3	2	3	10
Verileri Yorumlama	1	1	1	2	5
DENEYSEL BECERİLER	0	0	4	6	10
Hipotez Kurma	0		0	0	0
Model Oluşturma	0	0	1	3	4
Deney Yapma	0	0	1	0	1
Değerışkenleri Değerıştirme ve KontrolEtme	0	0	1	1	2
Karar Verme	0		0	1	1
TOPLAM	16	14	20	26	76

DeneySEL süreç becerileri yalnızca 10 defa kullanılmış ve bu sayı toplamın %13'ünden daha azdır. Özellikle “Hipotez Kurma” ve “Deney

Yapma” becerilerinin yok denecek kadar az olması (sırasıyla 0 ve 1) dikkat çekicidir. “Model Oluşturma” (n=4) ve “Karar Verme” (n=3) gibi becerilerin diğerlerine göre daha fazla yer alması, teorik düzeydeki analizlerin ön planda olduğunu göstermektedir. Ancak uygulama ve gözlem gerektiren süreçlerin zayıf temsili, öğrencilerin bilimsel yöntemin temel bileşenleriyle yeterince karşılaşmadığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak, fizik eğitiminin daha çok **kavramsal anlama ve problem çözme** üzerine yoğunlaştığı, buna karşın **deneysel ve uygulamalı süreçlerin** ikinci planda kaldığı görölmektedir. Bu durum, öğrencilerin bilimsel süreçte sadece veri yorumlama değil, aynı zamanda veri üretme ve test etme gibi kritik aşamalara da aktif olarak katılmasını gerektiren öğrenme ortamlarının eksikliğini yansıtmaktadır. Bu doğrultuda, değerlendirme araçlarının hazırlanmasında daha dengeli bir dağılımın gözetilmesi, deneysel süreçlere dayalı soruların çeşitlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin deneysel süreçleri zihinsel olarak canlandırabilmelerine imkân verecek senaryolar içeren sorularla desteklenmesi, bilimsel okuryazarlık düzeylerinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Tablo 3.3 incelendiğinde, Hareket ve Kuvvet ünitesine ilişkin kazanımların bilimsel süreç becerileriyle olan ilişkisi analiz edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, kazanımların bilimsel süreç becerilerini farklı düzeylerde karşıladığı gözlemlenmektedir. Özellikle nedensel ve deneysel becerilere yönelik kazanımların sayıca sınırlı olması, bu kazanımların uygulama alanının dar kaldığını düşündürmektedir.

Temel beceriler başlığı altında toplamda 30 beceri yer almakta olup bu, tüm becerilerin %41’ine karşılık gelmektedir. Temel beceriler detaylı incelendiğinde, gözlem yapma (n=8), sayı ve uzay ilişkisi kurma (n=8), ölçme (n=5), sınıflama (n=6) ve verileri kaydetme (n=3) değerlerine karşılık geldiği saptanmıştır. Bu bulgular, öğrenenlerin temel düzeyde bilimsel bilgi toplama ve gözlem yapma becerilerini desteklediğini göstermektedir. Ancak bu yeterlilik, öğrencilerin üst düzey düşünme, problem çözme ve bilimsel akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi için tek başına yeterli değildir.

Nedensel beceriler, 31 kez kazanımlarda yer bulmuş ve tüm süreçlerin yaklaşık %42,5’ini oluşturmuştur. Nedensel beceriler detaylı incelendiğinde, değerkenleri belirleme (n=9), verileri yorumlama (n=9), sonuç çıkarma (n=7), önceden kestirme (n=6) değerlerine karşılık geldiği

saptanmıştır. Özellikle verileri yorumlama ve değişkenleri belirleme gibi beceriler güçlü şekilde temsil edilmiştir. Ancak dikkat çekici bir durum, bazı kazanımların bu önemli alt becerileri hiç içermemesidir. Bu durum, nedensel düşünme yetilerinin tüm kazanımlar arasında homojen şekilde yerleştirilmediğini ortaya koymaktadır.

Tablo-3.3 Hareket Ve Kuvvet Ünitesine ait kazanımların içerdikleri bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı

3.HAREKET VE KUVVET ÜNİTESİ	HAREKET KUVVET						NEWTON'UN HAREKET YASALARI			SÜRTÜNME KUVVETİ	TOPLAM	
	K1	K2	K3	K ₄	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	
TEMEL BECERİLER	4	4	3	2	2	1	2	2	4	3	3	30
Gözlem Yapma	*	*	*	-	-	-	*	*	*	*	*	8
Ölçme	*	-	*	*	*	-	-	-	*	-	-	5
Sınıflama	*	*	-	-	-	-	*	-	*	*	*	6
Verileri Kavdetme	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	-	*	-	*	*	*	-	*	*	*	*	8
NEDENSEL BECERİLER	4	1	2	4	4	4	3	4	0	4	1	31
Önceden Kestirme	*	-	-	*	*	*	-	*	-	*	-	6
Değişkenleri Belirleme	*	-	*	*	*	*	*	*	-	*	*	9
Sonuç Çıkarma	*	-	-	*	*	*	*	*	-	*	-	7
Verileri Yorumlama	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	-	9
DENEYSEL BECERİLER	1	1	3	3	3	0	0	0	1	0	0	12
Hipotez Kurma	*	-	*	-	-	-	-	-	*	-	-	3
Model	-	*	-	*	*	-	-	-	-	-	-	3
Deney Yapma	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	-	-	*	*	*	-	-	-	-	-	-	3
Karar Verme	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	2

TOPLAM	9	6	10	9	9	5	5	6	5	7	4	73
---------------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

“*” Öğretim programındaki kazanımın karşılandığını “-” karşılanmadığını göstermektedir.

K1: Cisimlerin hareketlerini sınıflandırır.

K2: Konum, alınan yol, yer değiştirme, sürat ve hız kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirir.

K3: Düzgün doğrusal hareket için konum, hız ve zaman kavramlarını ilişkilendirir.

K4: Ortalama hız kavramını açıklar.

K5: İvme kavramını hızlanma ve yavaşlama olayları ile ilişkilendirir.

K6: Bir cismin hareketini farklı referans noktalarına göre açıklar.

K7: Kuvvet kavramını örneklerle açıklar.

K8: Dengelenmiş kuvvetlerin etkisindeki cisimlerin hareket durumlarını örneklerle açıklar.

K9: Kuvvet, ivme ve kütle kavramları arasındaki ilişkiyi açıklar.

K10: Etki-tepki kuvvetlerini örneklerle açıklar.

K11: Sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

DeneySEL beceriler, yalnızca 12 kez yer almış ve toplam becerilerin sadece %16,5’ini oluşturmuştur.. DeneySEL beceriler detaylı incelendiğinde, hipotez kurma (n=3), model oluşturma (n=3), deney yapma (n=1), değişkenleri değiştirme ve kontrol etme (n=3), karar verme (n=2) değerlerine karşılık geldiği saptanmıştır. En dikkat çekici unsur, yalnızca 1 kazanımın “deney yapma” becerisiyle ilişkilendirilmiş olmasıdır (K8 kazanımı). Bu durum, öğrencilerin aktif olarak bilimsel süreçleri uygulama, hipotez test etme, kontrollü deney tasarlama gibi yüksek bilişSEL becerilere dayalı öğrenme ortamlarından yeterince yararlanamadığını, ünitenin öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmadığını ve öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini tam anlamıyla geliştirme konusunda yetersiz kalabileceğini göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kazanımların büyük bir bölümü temel ve nedensel becerilere yönelik gelişimi desteklemekte; ancak deneySEL becerilerin kazandırılması açısından kazanım düzeyinde daha fazla çeşitliliğe ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum, eğitim programlarında öğrencilere deneySEL düşünme alışkanlığı kazandırma yönünde yeniden yapılandırma gereksinimini ortaya koymaktadır

Tablo-3.4 Fizik Ders Hareket ve Kuvvet Ünitesinde Yer Alan Soruların Ölçmeyi Amaçladıkları Bilimsel Süreç Becerileri ve Fizik Öğretim Programı Fizik Bilimine Giriş Ünitesindeki Kazanımların İçerdikleri Bilimsel Süreç Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

	Temel Beceriler	Nedensel Beceriler	DeneySEL Beceriler	sd	χ^2	p
Kazanımlar	%41	%42	%16	2	0,655	0,721
Sorular	%47	%40	%13			

Tablo 3.4 incelendiğinde, 9. sınıf fizik dersi “Hareket ve Kuvvet” ünitesine ait kazanımların içerdiği bilimsel süreç becerileri ile bu kazanımları ölçmeyi amaçlayan soruların içerdiği bilimsel süreç becerileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma Ki-Kare testi ile analiz edilmiştir. Kazanımların %41 oranında temel becerilere, %42 oranında nedensel becerilere ve %16 oranında deneysel becerilere odaklandığı görölmektedir. Benzer şekilde, soruların dağılımı incelendiğinde ise temel beceriler %47, nedensel beceriler %40 ve deneysel beceriler %13 oranında temsil edilmektedir.

Bu veriler, kazanımlar ve sorular arasında genel olarak paralel bir dağılım olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bazı önemli noktalar öne çıkmaktadır. Temel beceriler sorularla daha yüksek oranda örtüşmektedir (%41 → %47). Bu artış, öğrenenlerin tanıma, gözlem yapma ve sınıflama gibi düşük düzey bilişsel becerileri içeren sorularla karşılaşma olasılığının daha fazla olduğunu göstermektedir.

Nedensel beceriler bakımından kazanım (%42) ve soru (%40) oranları neredeyse eşit olup, öğretim hedefleriyle ölçme araçları arasında anlamlı bir tutarlılık olduğunu düşündürmektedir.

Deneysel beceriler ačíısından ise kazanımlar %16 iken, sorularda bu oran %13’e düşmektedir. Bu durum, deneysel süreçlerin (hipotez kurma, model oluşturma, karar verme vb.) soru içeriklerinde daha sınırlı yer bulunduğunu göstermektedir.

Tabloda yer alan ki-kare (χ^2) değerı 0,655, serbestlik derecesi (sd) 2 ve anlamlılık düzeyi (p) 0,721 olarak hesaplanmıştır. Bu istatistiksel bulgular, kazanımlar ile sorular arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir ($p > 0,05$). Başka bir deyişle, kazanımların içerdiği bilimsel süreç becerileri ile bu kazanımlara bağlı soruların ölçmeyi amaçladığı beceriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir tutarsızlık bulunmamaktadır. Bu durum olumlu olarak değerlendirilebilir, çünkü öğretim hedeflerinin ölçme araçlarıyla büyük ölçüde örtüştüğünü göstermektedir. Ancak, deneysel becerilere ilişkin genel oranların hem kazanımlarda hem de sorularda düşük kalması, niteliksel anlamda önemli bir gelişim alanı olduğunu ortaya koymaktadır.

Enerji Ünitesinin Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Değerlendirilmesi

Fizik ders kitabının Enerji ünitesinin konu anlatımı bölümünde yer alan soruların ölçmeyi amaçladıkları bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1 incelendiğinde konu anlatımında yer alan örnek sorulara ait bilimsel süreç becerileri incelenmiş ve toplam 71 bilimsel süreç becerilerinin **%43,7’si (31 adet)** temel becerilere yönelik olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle "Gözlem Yapma", "Ölçme" ve "Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma" becerileri (her biri 7 kez) ön plana çıkmaktadır. Bu durum, öğrencilerin gözlem yaparak veri toplama ve temel matematiksel ilişkiler kurma gibi bilişsel olarak daha alt düzeydeki becerilerinin desteklendiğini gösterir. Ancak bu durum, üst düzey düşünme ve analiz becerilerinin gelişimi için yeterli değildir. Tabloda 25 soru (%35,2) nedensel becerileri ölçmektedir. Özellikle “Değişkenleri Belirleme” ve “Sonuç Çıkarma” becerilerinin (her biri 8 defa) sık kullanıldığı görölmektedir. Bu, öğrencilerin bilimsel akıl yürütme ve değişkenler arasındaki ilişkileri kurma konusunda belli oranda desteklendiğini göstermektedir. Ancak bu oran, üst düzey düşünme becerilerini destekleyen yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla tam anlamıyla örtüşmemektedir.

Tablo-1.1 Enerji Ünitesinin Konu Anlatımı Bölümünde Yer Alan Soruların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

4.ENERJİ ÜNİTESİ	İŞ, ENERJİ VE GÜÇ	MEKANİK ENERJİ	ENERJİNİN KORUNUMU VE ENERJİ DÖNÜşTÜMÜ EDİ	VERİM	ENERJİ KAYNAKLARI	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	13	8	10	0	0	31
Gözlem Yapma	3	2	2	0	0	7
Ölçme	2	2	3	0	0	7
Sınıflama	3	1	1	0	0	5
Verileri Kaydetme	2	1	2	0	0	5
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	3	2	2	0	0	7
NEDENSEL BECERİLER	9	7	9	0	0	25

Önceden Kestire	1	1	2	0	0	4
Değişkenleri	3	2	3	0	0	8
Belirleme	3	2	3	0	0	8
Sonuç Çıkarma	3	2	3	0	0	8
Verileri	2	2	1	0	0	5
Yorumlama	2	2	1	0	0	5
DENEYSEL	5	4	6	0	0	15
BECERİLER						
Hipotez Kurma	0	1	1	0	0	2
Model Oluşturma	2	1	2	0	0	5
Deney Yapma	1	1	1	0	0	3
Değişkenleri						
Değiştirme ve	1	0	1	0	0	2
Kontrol Etme						
Karar Verme	1	1	1	0	0	3
TOPLAM	27	19	25	0	0	71

Toplamda yalnızca 15 soru (%21,1) deneysel becerilere yöneliktir. "Model Oluşturma" (5 defa) ve "Deney Yapma" (3 defa) dışındaki diğer beceriler oldukça sınırlı kullanılmıştır. Özellikle "Hipotez Kurma" ve "Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme" becerileri yalnızca ikişer kez desteklenmiştir. Oysa bilimsel süreç becerileri içerisinde en üst düzey düşünmeyi gerektiren deneysel becerilerin daha fazla yer alması gerekir.

"İş, Enerji ve Güç", "Mekanik Enerji" ve "Enerjinin Korunumu" gibi konular yüksek oranda soru içerirken, "Verim" ve "Enerji Kaynakları" konularına hiç yer verilmemiştir. Bu durum, kazanımların homojen şekilde dağıtılmadığını ve enerji ünitesinin bütüncül işlenmediğini göstermektedir. Özellikle verim ve enerji kaynakları gibi günlük yaşamla doğrudan ilişkili konuların eksikliği, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık gelişimini sınırlandırabilir.

Tablo 4.2 incelendiğinde Enerji ünitesine ait değerlendirme sorularının bilimsel süreç becerileri açısından incelenmesi, ölçme araçlarının hangi bilişsel ve uygulamalı alanlara yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Söz konusu analizde sorular, temel beceriler, nedensel beceriler ve deneysel beceriler olmak üzere üç ana başlık altında değerlendirilmiştir. Toplamda 129 beceri kodlaması gerçekleştirilmiş olup bunların %43,4'ünü temel beceriler, %39,5'ini nedensel beceriler ve %17,1'ini deneysel beceriler oluşturmaktadır.

Temel beceriler kategorisinde en fazla yer verilen alt beceriler "ölçme", "gözlem yapma" ve "sayı ve uzay ilişkisi kurma" olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, değerlendirme sorularının ağırlıklı olarak öğrencilerin temel

kavramları tanıma, birimler arası ilişki kurma ve nicel çözümleme yapma becerilerini ölçmeye yönelik hazırlandığını göstermektedir. Özellikle iş, güç ve enerji konularında sayısal işlemlere dayalı soruların yoğunluğu bu eğilimi desteklemektedir.

Nedensel becerilerde “sonuç çıkarma” ve “değişkenleri belirleme” alt başlıklarının öne çıktığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin neden-sonuç ilişkisi kurmalarına, farklı durumlar arasında bağlantı kurmalarına ve grafik ya da deneysel verilere dayalı yorum yapmalarına olanak tanıyan soru örnekleri, üst düzey düşünme becerilerinin kazandırılması açısından olumlu bir yönelim olarak değerlendirilebilir.

Tablo-4.2 Enerji Ünitesinin Değerlendirme Sorularının Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

4.ENERJİ ÜNİTESİ	İŞ, ENERJİ VE GÜÇ		MEKANİK ENERJİ	ENERJİNİN KORUNUMU VE DÖNÜŞÜMÜ	VERİM	ENERJİ KAYNAKLARI	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	15	17		19	0	9	56
Gözlem Yapma	4	5		5	0	3	13
Ölçme	5	4		4	0	1	14
Sınıflama	2	3		3	0	2	10
Verileri Kaydetme	1	2		2	0	1	6
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	3	3		5	0	2	13
NEDENSEL BECERİLER	11	17		13	0	10	51
Önceden Kestire	1	3		2	0	2	8
Değişkenleri Belirleme	4	5		3	0	2	14
Sonuç Çıkarma	4	5		4	0	3	17
Verileri Yorumlama	3	4		4	0	3	14
DENEYSEL BECERİLER	4	8		6	0	4	22
Hipotez Kurma	0	1		1	0	1	3

DENEYSEL BECERİLER	5	5	5	5	5	5	5	5	40
Hipotez Kurma Model Oluşturma	*	*	*	*	*	*	*	*	8
Deney Yapma	*	*	*	*	*	*	*	*	8
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	*	*	*	*	*	*	*	*	8
Karar Verme	*	*	*	*	*	*	*	*	8
TOPLAM	13	12	14	14	13	13	14	14	107

“*” Öğretim programındaki kazanımın karşılandığını “-” karşılanmadığını göstermektedir.

K1: İş, enerji ve güç kavramlarını birbirleriyle ilişkilendirir.

K2: Mekanik iş ve mekanik güç ile ilgili hesaplamalar yapar.

K3: Öteleme kinetik enerjisi, yer çekimi potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisinin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

K4: Enerjinin bir biçimden diğer bir biçime (mekanik, ısı, ışık, ses gibi) dönüşümünde toplam enerjinin korunduğu çıkarımını yapar.

K5: Canlıların besinlerden kazandıkları enerji ile günlük aktiviteler için harcadıkları enerjiyi karşılaştırır.

K6: Verim kavramını açıklar.

K7: Örnek bir sistem veya tasarımın verimini artıracak öneriler geliştirir.

K8: Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarını avantaj ve dezavantajları açısından değerlendirir.

Tablo 4.3 incelendiğinde Enerji ünitesine ait kazanımların bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı incelendiğinde, kazanımların büyük oranda hem temel hem de nedensel becerileri desteklediği görülmektedir. Özellikle **sayı ve uzay ilişkisi kurma**, **verileri yorumlama**, **gözlem yapma** ve **ölçme** gibi temel ve nedensel düzeydeki becerilerin hemen her kazanımda temsil edildiği dikkat çekmektedir.

Bu durum, enerji konusunun doğası gereği sayısal analiz ve neden-sonuç ilişkileri üzerine kurulu olmasının bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Kazanımlardan K1, K2 ve K3'ün, iş, enerji, güç ve mekanik enerjiye ilişkin hesaplamalarla doğrudan bağlantılı olması nedeniyle, özellikle **sayı-uzay ilişkisi**, **değişken belirleme**, **verileri yorumlama** ve sınırlı da olsa **model oluşturma** gibi becerilere odaklandığı görülmektedir. K4 ve K5 kazanımlarının ise enerjinin dönüşümü ve canlıların enerji kullanımı konularını içerdiği, dolayısıyla hem **veri yorumlama** hem de **karar verme** gibi becerilere hizmet ettiği anlaşılmaktadır.

Öte yandan K6 ve K7 kazanımları, verim ve verimi artırmaya yönelik önerilerle bağlantılı olduğundan, öğrencilerden **hipotez kurma**, **model**

oluşturma ve veri analizi yapma gibi daha üst düzey düşünme ve uygulama becerilerini geliştirmelerini beklemektedir. K8 kazanımının ise enerji kaynaklarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi hedeflemesi, **sonuç çıkarma ve karar verme** becerilerini ön plana çıkarmaktadır.

Tablo 4.4 incelendiğinde gösterilen değerler, 9. sınıf fizik kitabındaki "Enerji" ünitesine ait kazanımlar ile bu kazanımları ölçmeye yönelik hazırlanan soruların içerdiği bilimsel süreç becerilerinin dağılımını ve aralarındaki ilişkiyi yansıtmaktadır. Yapılan Ki-Kare testi sonucunda ($X^2 = 13.250$, $p = 0.001$), kazanımlar ve sorular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görölmektedir. Bu durum, ölçme araçlarının kazanımların içerdiği bilimsel süreç becerileriyle tam uyumlu olmadığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, ölçme ve değerlendirme süreçlerinde bilimsel süreç becerilerinin daha dengeli ve bütüncül şekilde ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Tablo-4.4 : Fizik Ders Enerji Ünitesinde Yer Alan Soruların Ölçmeyi Amaçladıkları Bilimsel Süreç Becerileri ve Fizik Öğretim Programı Fizik Bilimine Giriş Ünitesindeki Kazanımların İçerdikleri Bilimsel Süreç Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçlar

	Temel Beceriler	Nedensel Beceriler	Deneyssel Beceriler	sd	X^2	p
Kazanımlar	%33	%30	%37	2	13.250	0,001
Sorular	%44	%38	%18			

Enerji ünitesine ait kazanımlar ve bu kazanımları ölçmeye yönelik hazırlanan değerlendirme sorularının içerdiği bilimsel süreç becerileri arasında yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görölmektedir ($X^2 = 13.250$, $p < 0.05$). Bu sonuç, değerlendirme araçlarının, öğretim programında vurgulanan bilimsel süreç becerilerini tam anlamıyla yansıtmadığını göstermektedir.

Kazanımların %33'ü temel becerileri, %30'u nedensel ve %37'si deneyssel becerileri içerirken, soruların %38 'inin nedensel becerilere, %44'ünün temel ve yalnızca %18'inin deneyssel becerilere yönelik olduğu görölmektedir. Özellikle deneyssel becerilerin sorularda oldukça düşük oranda temsil edilmesi dikkat çekicidir. Bu durum, öğrencilerin deneyssel düşünme, hipotez kurma ve karar verme gibi üst düzey bilimsel süreç becerilerinin gelişimini destekleyecek ölçme araçlarının eksik olduğunu ortaya koymaktadır.

Isı ve Sıcaklık Ünitesinin Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Değerlendirilmesi

Fizik ders kitabının Hareket ve Kuvvet ünitesinin konu anlatımı bölümünde yer alan soruların ölçmeyi amaçladıkları bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı Tablo 4.5.1’de sunulmuştur.

Tablo-5.1 Isı ve Sıcaklık Ünitesinin Konu Anlatımı Bölümünde Yer Alan Soruların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

4.ISI SICAKLIK ÜNİTESİ	ISI VE SICAKLIK		HAL DEĞİŞİMİ	ISIL DENGİ	ENERJİ İLETİM YOLLARI VE ENERJİ İLETİM HIZI	GENLEŞME	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	12	4		0	0	2	18
Gözlem Yapma	3	1		0	0	1	5
Ölçme	4	1		0	0	1	6
Sınıflama	1	1		0	0	0	2
Verileri Kaydetme	1	1		0	0	0	2
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	3	0		0	0	0	4
NEDENSEL BECERİLER	10	4		0	0	4	18
Önceden Kestire	3	1		0	0	1	5
Değişkenleri Belirleme	3	1		0	0	1	4
Sonuç Çıkarma	2	1		0	0	1	3
Verileri Yorumlama	2	1		0	0	1	4
DENEYSEL BECERİLER	9	0		0	0	0	9
Hipotez Kurma	2	0		0	0	0	2
Model Oluşturma	3	0		0	0	0	3
Deney Yapma	2	0		0	0	0	2
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	1	0		0	0	0	1
Karar Verme	1	0		0	0	0	1
TOPLAM	31		8	0	0	6	45

Tablo 5.1 incelendiğinde ‘Isı ve Sıcaklık’ ünitesine ait konu anlatımı bölümünde yer alan soruların bilimsel süreç becerileri bağlamında analiz edilmesi, öğrencilerin kavramsal gelişimlerine yönelik önemli veriler sunmaktadır. İncelenen tabloda toplam 45 beceri dağılımı içinde, temel,

nedensel ve deneysel becerilere ilişkin çeşitli oranlarda temsil gözlenmiştir. Tablo genelinde en fazla temsil edilen boyutun temel beceriler (18 adet) ve nedensel beceriler (18 adet) olduğu görölmektedir. Bu durum, öğrencilerin bilgiye dayalı çıkarım yapma, değişken belirleme ve ölçme gibi becerileri edinmelerine yönelik uygun içeriklerin sunulduğunu göstermektedir. Özellikle "ölçme" (6) ve "önceden kestirme" (5) gibi becerilerin sıklıkla vurgulanması, öğrencilerin nicel veriyle işlem yapma ve mantıksal tahminde bulunma alışkanlıklarını destekleyici niteliktedir. Ayrıca, "sayı ve uzay ilişkisi kurma" becerisine 4 kez yer verilmiş olması, öğrencilerin matematiksel ilişkilendirme ve grafik yorumlama yetilerini de destekleyecek sorularla karşılaştığını göstermektedir.

Buna karşı, deneysel becerilere ait temsil düzeyi (9 adet) sınırlı kalmıştır. Özellikle "deney yapma" (2), "karar verme" (1) ve "değişkenleri değiştirme ve kontrol etme" (1) gibi alt becerilerin düşük frekansta bulunması, öğrencilerin bilimsel yöntemin uygulamalı bileşenleriyle yeterince karşılaşamadıklarını düşündürmektedir. Bu durum, öğrencilerin deney tasarlama ve deneyden çıkarım yapma gibi üst düzey becerilerinin gelişimini kısıtlayabilir. Özellikle "ısı denge" ve "enerji iletim yolları" gibi konularda bilimsel süreç becerisi açısından hiç katkı sağlanmaması dikkat çekicidir. Bu konular, doğası gereği deneysel ortamda rahatlıkla modellenebilecek nitelikte olmalarına rağmen içerikte bu yönde sorulara yer verilmemiştir.

Tablo 5.2 incelendiğinde, 9. sınıf fizik ders kitabındaki "Isı ve Sıcaklık" ünitesine ait değerlendirme sorularının bilimsel süreç becerileri açısından belirgin bir dağılım gösterdiği gözlemlenmektedir. Toplamda 45 sorunun incelendiği tabloda bu sorular; temel, nedensel ve deneysel olmak üzere üç ana beceri kategorisinde sınıflandırılmıştır.

Değerlendirme sorularında yalnızca temel becerilerle sınırlı kalınmayıp, nedensel ve deneysel becerilere de yer verilmiş olması, öğrencilere bilimsel düşünme süreçlerini çok yönlü geliştirme imkânı sunmaktadır. "Enerji İletim Yolları ve Enerji İletim Hızı" başlığı altında toplam 51 bilimsel süreç becerilerinin yer alması, bu kavramın önemsendiğini ve öğrencilerin enerji aktarımı sürecine ilişkin kavramsal anlamalarını güçlendirme amacı taşıdığını göstermektedir.

Nedensel beceriler (43 soru) açısından yüksek temsil oranı, öğrencilerin değişkenleri belirleme, sonuç çıkarma ve verileri yorumlama gibi üst

düzey bilişsel yetkinlikleri geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu durum, analitik düşünme becerilerinin desteklendiğini göstermektedir. Deneyisel beceriler altındaki “Model Oluşturma” ve “Karar Verme” gibi alt başlıkların da sorulara yansıtılmış olması, öğrencilerin bilimsel modelleme yapabilme ve duruma yönelik karar alabilme becerilerini destekleyici niteliktedir. “Genleşme” başlığı altında yalnızca 6 soruya yer verilmiş olması, bu önemli kavramın öğrencilere kazandırılması açısından sınırlı kaldığını düşündürmektedir. Genleşme ile ilgili farklı bağlamlarda (günlük yaşam, mühendislik uygulamaları vb.) daha fazla soru yöneltilmesi önerilmektedir.

Tablo-5.2 Isı Ve Sıcaklık Ünitesinin Değerlendirme Sorularının Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

4.ISI SICAKLIK ÜNİTESİ	ISI VE SICAKLIK		HAL DEĞİŞİMİ	ISIL DENGİ	ENERJİ İLETİM YOLLARI VE ENERJİ İLETİM HIZI	GENLEŞME	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	11	12		4	20	1	48
Gözlem Yapma	3	4		2	6	1	5
Ölçme	3	3		1	5	0	6
Sınıflama	2	1		0	3	0 2	
Verileri Kaydetme	1	1		0	2	0	2
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	2	3		1	5	0	4
NEDENSEL BECERİLER	7	9		7	16	4	43
Önceden Kestirme	2	2		2	3	1	5
Değişkenleri Belirleme	2	2		2	2	1	4
Sonuç Çıkarma	1	3		1	6	1	3
Verileri Yorumlama	2	2		2	5	1	4
DENEYSEL BECERİLER	3	7		2	15	3	30
Hipotez Kurma	0	2		0	3	1	2
Model Oluşturma	1	2		1	2	0	3
Deney Yapma	0	1		0	4	1	2

Değişkenleri						
Değiştirme ve Kontrol Etme	1	1	0	3	0	1
Karar Verme	1	1	1	3	1	1
TOPLAM	21	28	13	51	6	4

Temel beceriler içinde yer alan “Verileri Kaydetme” (2 soru) ve deneysel becerilerden “Deney Yapma” (2 soru) oranlarının oldukça düşük olması, uygulamalı ve gözleme dayalı öğrenme süreçlerinin desteklenmediğini göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin doğrudan deneyim yoluyla öğrenmelerini sınırlandırabilir.

Deneysel sürecin başlangıç adımlarından biri olan “Hipotez Kurma” becerisi yalnızca 2 soru ile temsil edilmiştir. Benzer şekilde, “Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme” becerisi de yetersiz düzeyde kalmıştır (1 soru). Bu durum, bilimsel yöntem basamaklarının tamamının dengeli biçimde ele alınmadığını göstermektedir.

“Isıl Denge” ve “Hal Değişimi” başlıkları, ünitenin temel konuları arasında yer almasına rağmen, “Enerji İletimi” ne kıyasla daha az temsil edilmiştir. Bu alanlarda soruların hem nicelik hem nitelik yönünden artırılması önerilmektedir.

Tablo 5.3 incelendiğinde, “Isı ve Sıcaklık” ünitesine ait 13 kazanımın bilimsel süreç becerileri açısından detaylı bir analizini içermektedir. Kazanımlar; temel beceriler, nedensel beceriler ve deneysel beceriler açısından ayrı ayrı değerlendirilmiş, her bir beceri türünün kazanımlar tarafından ne ölçüde karşılandığı ortaya konmuştur.

Temel Beceriler açısından değerlendirildiğinde, kazanımların bu becerilere oldukça yüksek düzeyde yer verdiği görölmektedir. En fazla temsil edilen beceri “Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma” (13 kazanım) ve “Gözlem Yapma” (13 kazanım) olurken, “Ölçme”, “Verileri Kaydetme” ve “Sınıflama” gibi diğer temel beceriler de çok sayıda kazanımda yer almaktadır. Bu durum, kazanımların öğrencilerin gözlem, ölçme ve sınıflandırma gibi temel bilimsel becerilerini geliştirmeye yönelik olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle olumlu bir tablo çizilmektedir.

Nedensel Beceriler kategorisinde ise kazanımların büyük çoğunluğuunda “Sonuç Çıkarma” (13 kazanım), “Verileri Yorumlama” (11 kazanım), “Değişkenleri Belirleme” (11 kazanım) ve “Önceden Kestirme” (11 kazanım) becerilerinin yer aldığı görölmektedir. Bu dağılım,

kazanımların öğrencilerde bilimsel düşünme, nedensellik kurma ve verilerden anlam çıkarma gibi üst düzey zihinsel süreçleri desteklediğini ortaya koymaktadır.

Tablo-5.3 Enerji Ünitesinin Ünitesine Ait Kazanımların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

Tablo 5.4 incelendiğinde, 9. sınıf fizik ders kitabının "Isı ve Sıcaklık" ünitesine ait kazanımlar ile bu kazanımlara yönelik soruların içerdiği bilimsel süreç becerileri (temel, nedensel, deneysel) arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Ayrıca, bu dağılımlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Ki-Kare testi sonuçları da tabloya eklenmiştir. Hesaplanan ppp değeri 0.557 olup, bu değer 0.05 anlamlılık düzeyinden büyük olduğu için, kazanımlar ve sorular arasında bilimsel süreç becerileri açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Tablo-5.4 Fizik Ders Enerji Ünitesinde Yer Alan Soruların Ölçmeyi Amaçladıkları Bilimsel Süreç Becerileri ve Fizik Öğretim Programı Fizik Bilimine Giriş Ünitesindeki Kazanımların İçerdikleri Bilimsel Süreç Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

	Temel Beceriler	Nedensel Beceriler	Deneysel Beceriler	sd	X ²	p
Kazanımlar	%39	%33	%29	2	1,171	0,557
Sorular	%40	%37	%33			

Elektrostatik Ünitesinin Bilimsel Süreç Becerileri Açısından Değerlendirilmesi

Fizik ders kitabının Elektrostatik ünitesinin konu anlatımı bölümünde yer alan soruların ölçmeyi amaçladıkları bilimsel süreç becerilerine göre dağılımı Tablo 6.1’de sunulmuştur.

Tablo-6.1 Elektrostatik Ünitesinin Konu Anlatımı Bölümünde Yer Alan Soruların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

5.ELEKTROSTATİK ÜNİTESİ (ÖRNEK SORULAR)	ELEKTRİK YÜKLERİ	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	12	12
Gözlem Yapma	4	4
Ölçme	3	3
Sınıflama	0	0
Verileri Kaydetme	0	0
Sayı ve Uzay İlişkisi	5	5
Kurma		
NEDENSEL BECERİLER	11	11
Önceden Kestirme	3	3
Değişkenleri Belirleme	4	4
Sonuç Çıkarma	2	2
Verileri Yorumlama	2	2
DENEYSEL BECERİLER	2	2

Hipotez Kurma	0	0
Model Oluşturma	1	1
Deney Yapma	0	0
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	0	0
Karar Verme	1	1
TOPLAM	25	25

Tablo 6.1 incelendiğinde, 9. sınıf fizik dersi kapsamında yer alan elektrostatik konusuna ait toplam 14 örnek soru, bilimsel süreç becerileri çerçevesinde analiz edilmiştir. Bu analizde, soruların temel, nedensel ve deneysel beceriler açasından hangi düzeyde temsil edildiği belirlenmiştir.

Yapılan sınıflamaya göre; temel becerilere (gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, sayı ve uzay ilişkisi kurma) 12 kez, nedensel becerilere (önceden kestirme, değişkenleri belirleme, sonuç çıkarma, verileri yorumlama) 11 kez ve deneysel becerilere (hipotez kurma, model oluşturma, deney yapma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, karar verme) yalnızca 2 kez yer verildiği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, elektrostatik konusuna ait soruların büyük oranda temel ve nedensel beceriler üzerine kurgulandığını, buna karşılık deneysel becerilerin oldukça sınırlı düzeyde yer bulduğunu göstermektedir. Bu durum, soruların genellikle kavramsal düzeyde yapılandırıldığını, öğrencilerin yorum yapma, ilişki kurma ve çıkarımda bulunma gibi bilişsel yönlerinin ön plana çıkarıldığını ortaya koymaktadır.

Tablo 6.2 incelendiğinde ‘Elektrostatik’ ünitesine ait 37 soruluk değerlendirme seti, bilimsel süreç becerileri kapsamında incelenmiş ve elde edilen bulgular aşağıda belirtilen üç temel kategori çerçevesinde değerlendirilmiştir: Temel Beceriler, Nedensel Beceriler ve Deneysel Beceriler. Her bir kategori, içerdikleri alt beceriler açasından ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

Tablo 6.2 incelendiğinde toplam 57 adet temel beceri saptanmıştır. Öğrencilerin doğrudan gözlem yapma, sınıflama, ölçüm gerçekteştirme, verileri düzenleme ve sayı-uzay ilişkilerini kavrama yetilerini kapsar. Analiz edilen sorular içerisinde: Gözlem Yapma (17 adet): Öğrencinin doğrudan fiziksel olayları ya da durumları fark etmesini gerektiren sorular bu gruba dahil edilmiştir. Özellikle elektrik yüklerinin yönü, alan çizimleri ve cisimlerin davranışları üzerine kurulu görsel yorum soruları bu kapsamdadır. Sınıflama (6 adet): Elektrik yükü türlerinin ya da cisimlerin elektriksel özelliklerine göre ayrılması gereken sorular bu kategoriye

girmektedir. Verileri Kaydetme (4 adet): Grafiksel ya da şekilsel verilerin incelenip yorumlanmasını isteyen az sayıda soru bu beceriyi desteklemektedir. Sayı ve Uzaklık İlişkisi Kurma (18 adet): Sayısal verilerle birlikte, yük-mesafe ilişkisi, elektriksel kuvvetin formülasyonuna dayalı soruların çoğunluğu bu beceri alanında toplanmıştır. Bu veriler, temel becerilerin özellikle "sayı ve uzaklık ilişkisi" etrafında yoğunlaştığını, dolayısıyla öğrencilerin kavramsal matematiksel ilişkilere dayalı çözümlmeleri destekleyecek şekilde yönlendirildiğini göstermektedir.

Tablo-6.2 Elektrostatik Ünitesinin Değerlendirme Sorularının Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

5.ELEKTROSTATİK ÜNİTESİ	ELEKTRİK YÜKLERİ	TOPLAM
TEMEL BECERİLER	57	57
Gözlem Yapma	17	17
Ölçme	12	12
Sınıflama	6	6
Verileri Kaydetme	4	4
Sayı ve Uzaklık İlişkisi Kurma	18	18
NEDENSEL BECERİLER	62	62
Önceden Kestirme	14	14
Değişkenleri Belirleme	8	8
Sonuç Çıkarma	21	21
Verileri Yorumlama	19	19
DENEYSEL BECERİLER	18	18
Hipotez Kurma	3	3
Model Oluşturma	4	4
Deney Yapma	3	3
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	2	2
Karar Verme	6	6
TOPLAM	137	137

Tablo 6.2 incelendiğinde toplam 62 adet nedensel beceri saptanmıştır. Bu grup, öğrencinin neden-sonuç ilişkileri kurmasını, değişkenleri fark etmesini ve çıkarımlar yapmasını bekler. Önceden Kestirme (14 adet): Özellikle yüklerin yer değişiminden sonra sistemin nasıl değişeceğini öngörmeye yönelik sorular bu kapsamdadır. Değişkenleri Belirleme (8 adet): Sistemde etkili olan büyüklüklerin (yük, uzaklık, cisim tipi vb.) ayırt edilmesine odaklı sorular bulunmaktadır. Sonuç Çıkarma (21 adet):

Elektrik yükü aktarımı veya etkileşimler sonucunda oluşabilecek durumların çıkarımına yönelik sorular, bu becerinin en fazla temsil edildiği alt beceri olmuştur. Verileri Yorumlama (19 adet): Özellikle şekil veya deneysel düzeneğe dayalı açıklamalar yapılmasını gerektiren sorular bu beceriye yöneliktir.

Bu dağılım, elektrostatik konusundaki soruların kavramsal ve yorumlayıcı beceriler açısından da öğrencilere analitik düşünme fırsatı sunduğunu göstermektedir.

Tablo 6.2 incelendiğinde toplam 18 adet deneysel beceri saptanmıştır. Deneysel beceriler, öğrencinin bilimsel süreçte hipotez kurma, model oluşturma ve deneysel koşulları değerlendirme yeterliliklerine odaklanır. Hipotez Kurma (3 adet) ve Model Oluşturma (4 adet) becerileri yalnızca sınırlı sayıda soruda temsil edilmiştir. Elektriksel düzeneklerde birden fazla büyüklüğün değişimiyle oluşan sonuçların analiz edildiği sorular değerkenleri değerıştirme ve kontrol etme kapsamındadır. Öğrencinin bir durumu değerlendirerek doğru çözüm yolunu belirlemesini bekleyen sorular, karar verme becerisini desteklemiştir.

Deneysel becerilerin temsil oranının diğer kategorilere göre daha düşük olması, elektrostatik ünitesinin doğrudan gözleme dayalı veya deneysel ortam kurgusundan çok, matematiksel ve kavramsal modellemeye ağırlık verdiğini ortaya koymaktadır

Elde edilen bulgular, elektrostatik konusuna yönelik hazırlanmış ölçme araçlarının çoğunlukla temel ve nedensel becerileri geliştirmeye yönelik olduğunu, ancak deneysel becerilerin görece daha az yer bulduğunu göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin daha çok kavramsal anlamaya ve problem çözme odaklı yaklaşımlara yönlendirildiğini ortaya koymaktadır. Uygulamalı laboratuvar etkinliklerine yer verilerek deneysel becerilerin desteklenmesi, öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerine bütüncül bir bakış geliştirmelerine katkı sağlayacaktır.

Tablo 6.3 incelendiğinde, elektrostatik ünitesine ait dört kazanım ile ilgili olarak yapılan incelemede, bu kazanımların bilimsel süreç becerilerini hangi düzeyde içerdigi analiz edilmiştir. Temel, nedensel ve deneysel beceriler olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırılan becerilerin kazanımlarla olan ilişkisi tablo üzerinden değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, kazanımların en fazla nedensel becerileri desteklediğini, temel beceriler açısından daha sınırlı bir kapsama sahip olduğunu ve deneysel becerileri ise nispeten düşük düzeyde içerdigi göstermektedir.

Tablo-6.3 Elektrostatik Ünitesinin Ünitesine Ait Kazanımların Bilimsel Süreç Becerilerine Göre Dağılımı

5.ELEKTROSTATİK ÜNİTESİ	ELEKTRİK YÜKLERİ TOPLAM				
	K1	K2	K3	K4	
TEMEL BECERİLER	2	5	2	4	1
					3
Gözlem Yapma	*	-	-	*	2
Ölçme	-	*	-	-	1
Sınıflama	*	*	*	*	4
Verileri Kaydetme	-	*	*	*	1
Sayı ve Uzay İlişkisi Kurma	-	*	-	*	2
NEDENSEL BECERİLER	3	3	3	4	1
					3
Önceden Kestirme	*	-	-	*	1
Değişkenleri	*	*	*	*	4
Sonuç Çıkarma	*	*	*	*	4
Verileri Yorumlam	-	*	*	*	4
DENEYSEL BECERİLER	0	5	0	0	5
Hipotez Kurma	-	*	-	-	1
Model Oluşturma	-	*	-	-	1
Deney Yapma	-	*	-	-	1
Değişkenleri Değiştirme ve	-	*	-	-	1
Karar Verme	-	*	-	-	1
TOPLAM	5	13	5	8	31

K1: Elektrikle yüklenme çeşitlerini örneklerle açıklar.

K2: Elektriklenen iletken ve yalıtkan maddelerde yük dağılımlarını karşılaştırır.

K3: Elektriklenen iletken ve yalıtkan maddelerde yük dağılımlarını karşılaştırır.

K4: Elektrik alan kavramını açıklar.

Özellikle K2, K3 ve K4 numaralı kazanımların "Değişkenleri Belirleme", "Sonuç Çıkarma" ve "Verileri Yorumlama" gibi nedensel becerileri güçlü bir şekilde desteklediği; buna karşın "Verileri Kaydetme" ve "Deney Yapma" gibi daha çok uygulamaya dayalı deneysel becerileri yeterince içermediği dikkat çekmektedir. Temel becerilerden "Gözlem Yapma" ve "Sınıflama" kazanımlarda yer bulmuşken, "Ölçme" ve "Verileri Kaydetme" gibi nicel nitelikteki beceriler yeterince temsil edilmemiştir.

Bu bulgular, ilgili ünite kapsamında geliştirilen kazanımların daha çok teorik açıklamalar ve kavramsal çıkarımlara dayandığını, buna karşılık uygulamalı süreçleri ve deneysel etkinlikleri sınırlı düzeyde içerdiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, öğrencilerin bilimsel süreci deneyimleyerek öğrenmelerini desteklemek adına, deneysel becerilerin daha fazla gözetildiğı kazanımların geliştirilmesi gerektiğı söylenebilir. Böylece öğrencilerin bilimsel düşünme ve araştırma yapma kapasiteleri daha bütüncül bir şekilde desteklenebilecektir.

Tablo-6.4 Fizik Ders Elektrostatik Ünitesinde Yer Alan Soruların Ölçmeyi Amaçladıkları Bilimsel Süreç Becerileri ve Fizik Öğretim Programı Fizik Bilimine Giriş Ünitesindeki Kazanımların İçerdikleri Bilimsel Süreç Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Ki-Kare Testi Sonuçları

	Temel Beceriler	Nedensel Beceriler	Deneysel Beceriler	sd	X ²	p
Kazanımlar	%36	%46	%18	2	6,513	0,038
Sorular	%28	%66	%5			

Tablo 6.4 'e göre yapılan analiz sonucunda, 9. sınıf fizik ders kitabında yer alan elektrostatik ünitesi değerlendirme sorularının büyük oranda nedensel becerilere odaklandığı görülmektedir (%66). Buna karşın, öğretim programında belirtilen kazanımların daha dengeli bir dağılıma sahip olduğu, özellikle temel (%36) ve deneysel (%18) becerilere de önemli ölçüde yer verdiği tespit edilmiştir.

Ki-kare testi sonucunda elde edilen $X^2=6,513$ $X^2=6,513$ ve $p=0,038$ $p=0,038$ değeri, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa işaret etmektedir ($p < 0,05$). Bu durum, kazanımlarda öngörülen bilimsel süreç becerileri dağılımının değerlendirme sorularında yeterince temsil edilmediğini ortaya koymaktadır. Özellikle deneysel becerilerin sorular içerisinde oldukça düşük düzeyde yer alması (%5), programın hedeflediğı uygulama temelli öğrenme yaklaşımlarına tam olarak hizmet edilmediğini göstermektedir.

SONUÇ

Araştırma kapsamında elde edilen bulgulardan çıkarılan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

9. sınıf fizik ders kitabının bilimsel süreç becerileri açısından belirli bir denge sağlamasına rağmen, deneysel süreç becerilerinin yeterince temsil

edilmediğini ortaya koymaktadır. Kitaptaki soruların büyük çoğunluğu temel bilgi edinme ve nedensel ilişkileri kurma gibi alanlarda yoğunlaşırken, deney yapma, hipotez geliştirme ve model kurma gibi etkinliklerin sınırlı düzeyde kaldığı görölmüştür.

Bu durumun, öğrencilerin bilimsel süreçleri sadece kavramsal düzeyde öğrenmelerine, ancak uygulama boyutunda yeterince aktif rol alamamalarına neden olduğu düşünölmektedir. Dolayısıyla, mevcut öğretim materyallerinin bilimsel düşünceyi sadece bilişsel olarak değil, uygulamalı olarak da geliştirmeye yönelik bir yapıda olması gerektiği düşünölmektedir.

9.sınıf fizik ders kitabında yer alan değerlendirme sorularının, öğretim programında yer alan kazanımlarla uyumlu biçimde yapılandırılmadığı ve özellikle deneysel becerileri yeterince içermediği görölmüştür. Bu durum, eğitim materyallerinin bilimsel süreç becerilerini çok yönlü geliştirme amacına hizmet etmesi açısından önemli bir iyileştirme gerektirdiğini göstermektedir. Ölçme araçlarının kazanım yapısıyla daha bütünleşik bir biçimde tasarlanması, programla daha tutarlı bir öğretim süreci sağlayacaktır.

9. sınıf fizik ders kitabındaki soruların çoğunluğunun temel becerileri ve nedensel becerileri ölçtüğu, deneysel becerileri ölçen soru sayısının olduğu az olduğu kanaatine varılmıştır.

9. sınıf fizik ders kitabındaki soruların deneysel becerileri ölçme açısından zayıf kaldığı kanaatine varılmıştır.

9. sınıf fizik ders kitabında yer alan soruların ve öğretim programında yer alan bilimsel süreç becerileri açısından yeterince uyumluğu olmadığı düşünölmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, 9. sınıf fizik ders kitabı sorularının çoğunlukla temel ve nedensel becerilere yönelik olduğu; buna karşılık, deneysel becerilerin ölçölmesinde yetersiz kaldığı anlaşılmaktadır. Öte yandan, öğretim programı temel, nedensel ve deneysel becerileri daha dengeli bir şekilde içermektedir. Bunun sorular bazında ders kitabına yeterince yansıtılmadığı kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

- AAAS. (2002). *Investigation and Experimentation in High School Science Classrooms*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Abruscato, J. (2000). *Teaching Children Science: Discovery Methods for the Elementary and Middle Grades* (6th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Abruscato, J. (2004). *Teaching children science: Discovery methods for the elementary and middle grades*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- Aiken, J. M., De Bin, R., Lewandowski, H. J., & Caballero, M. D. (2021). Framework for evaluating statistical models in physics education research. *Physical Review Physics Education Research*.
- Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2008). Fen ve teknoloji dersinde kullanılan farklı deney tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkileri (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akdeniz, A. R. (2006). Fen bilgisi laboratuvar uygulamaları. Nobel Yayın Dağıtım.
- Aslan, S., Ertaş, H. K., & Kılıç, D. (2016). *Bilimsel Süreç Becerileri* (1. ed.). Ankara: Pegem Akademi.
- Arthur, C. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. Toronto: Macmillan Publishing Company.
- Arthur, C., & Robert, S. (1989). *Teaching science through discovery* (Vol. 1): Merrill Columbus, OH.
- Aydoğdu, M., & Ergin, Ö. (2008). İlköğretim Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerindeki Gelişim. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 45-60.
- Ayvacı, H. Ş. (2010). Fen ve teknoloji öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Büyükköztürk, Ş. (2004). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (4. Baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık
- Bybee, R. W. (2010). *Advancing STEM education: A 2020 vision*. Technology and Engineering Teacher.
- Carin, A.A. (1993). *Teaching science through discovery*. Toronto: MacmillanPublishing Company.
- Çepni, S., Bayrakçeken, S., Yılmaz, A., Yücel, C., Semerci, Ç., Köse, E., Sezgin, F., Demircioğlu, G. ve Gündoğdu, G. (2007). *Ölçme ve Değerlendirme* (1. Baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Çepni, S., Ayas, A., Akdeniz, A. R., Özmen, H., Yiğit, N., & Ayvacı, H. Ş. (2005). *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi* (4. Baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Çepni, S., & Ayas, A. (1997). *Fizik öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1996). *Fizik Öğretimi*. Ankara: Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Deneme Basımı.
- Çolak, S. N. (2023). 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına göre hazırlanan 7. sınıf fen bilimleri ders kitaplarında bilimsel süreç becerileri. [Yüksek Lisans Tezi].
- Dursun, A. (2014). YGS 2013 matematik soruları ile ortaöğretim 9. sınıf matematik sınav sorularının bloom taksonomisi ve öğretim programına göre değerlendirilmesi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi-Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms*. Science Education.
- Dökme, İ. (2005). MEB 6. sınıf fen bilgisi kitabındaki etkinliklerin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*.
- Erbaş, S., Şimşek, N., & Çınar, Y. (2005). *Fen Bilgisi Laboratuvarı ve Uygulamaları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Esler, K. (1977). *Teaching Elementary Science*. Florida Technological University Publication.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1993). *How to design and evaluate research in education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gabel, D. L. (1993). *Introductory Science Skills*, Illinois: Waveland Press, Inc.

- Geçici, A. (2020). 10. sınıf fizik müfredatının, ders kitabının ve dersinin bilimsel süreç becerileri yönünden içerik analizi [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2014). The teaching of science in primary schools (6th ed.). New York, NY: Routledge.
- Harlen, W. (1999). Effective teaching of science: A review of research (6th ed.). Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.
- Harlen, W. (1985). Teaching and learning primary science. New York, NY: ERIC.
- Hughes, C., & Wade, W. (1993). Inspirations for investigations in science. Scholastic Publication.
- IIENSTITU (2021). Bilimsel Araştırma Basamakları
- Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2) .
- Karamustafaoğlu, O. (2011). Fizik Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Kullanma Düzeylerinin Belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*.
- Karip, E. (2003). Eğitimde Program Geliştirme: Teori ve Uygulama. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Kılıç, B. G. (2002). Dünyada ve Türkiye’de Fen Öğretimi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Kılıç, & Bağcı, G. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim Online*.
- Koray, Ö., Bahadır, H. ve Köksal, M. S. (2007). Bilimsel süreç becerilerinin 10. ve 11. sınıf kimya ders kitapları ve kimya ders müfredatında temsil edilme durumları. *SAÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Koray, Ö., Bahadır, H., & Geçgin, F. (2006). Bilimsel süreç becerilerinin 9. sınıf kimya ders kitabı ve kimya müfredatında temsil edilme durumu. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Lawson, A. E. (1995). Science teaching and the development of thinking. Belmont, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- Madlen. (2023). Bilimsel Araştırma Süreci: Adımlar, Yöntemler ve Keşifler.
- Martin, D. J. (2003). Elementary Science Methods: A Constructivist Approach (4th ed.). Belh, CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- Martin, J.D. (1997). Elementary Science Methods: A CounstructivistApproach USA. Delmar Publishers. An International Thomson Publishing Company.
- MEB(2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar). Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018). Fizik Dersi Öğretim Programı (9-12. sınıflar). Ankara: MEB.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2nd ed.). Sage Publications.
- Monhardt, L., & Monhardt, R. (2006). Creating a context for the learning of science process skills through picture books. *Early Childhood Education Journal*.
- Mustafa, Tan, & Temiz. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Oba, S., & Köse, M. (2022). MEB fen bilimleri ders kitaplarındaki deney ve etkinlik bölümlerinin bilimsel sorgulamaya uygunluğu. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*.
- Ostlund, K. L. (1992). Science Process Skills: Assessing Hands-On Student Performance.
- Padilla, J.M. ve Okey, J.R. (1984). The Effects of Instruction on Integrated Science Process Skill Achievement, *Journal of Research in Science Teaching*, 21,3,277287.
- Padilla, M. J. (1990). The Science Process Skills. *Research Matters - To the Science Teacher*, No. 9004. National Association for Research in Science Teaching (NARST).
- Ramig, J. E., Bailer, J., & Ramsey, J. M. (1995). Teaching science process skills. Torrance, CA: Good Apple.
- Senem, M. (2013). 10. Sınıf fizik ders kitapları ve öğretim programlarının bilimsel süreç becerileri açısından karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*.
- Sever, C., Türeci, D., Artar, N., & Dağ, O. (2022). *9. sınıf fizik ders kitabı*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Soylu, H. (2004). Fen Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar. Nobel Yayıncılık, Ankara.

- şahin, P., & Kılıç, S. (2021). 2018 Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı'na uygun 9. sınıf fizik ders kitabında kullanılan model ve modellemenin incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*.
- Taşar, M. F., Temiz, B. K., & Tan, M. (2002). İlköğretim fen öğretim programında hedeflenen öğrenci kazanımlarının bilimsel süreç becerilerine göre sınıflandırılması. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16 18 Eylül 2002, Ankara.
- Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Temiz, B. K., & Tan, M. (2003). İlköğretim fen öğretiminde temel bilimsel süreç becerileri. *Eğitim ve Bilim Dergisi*.
- Temiz, B. K. (2001). Lise 1. sınıf fizik dersi programının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye uygunluğunun incelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Van Dusen, B., & Nissen, J. (2019). Modernizing use of regression models in physics education research: A review of hierarchical linear modeling. *Physical Review Physics Education Research*
- Yıldız, E., & Tatar, N. (2014). İlköğretim fen ve teknoloji ders kitaplarında yer alan etkinliklerin bilimsel süreç becerileri açısından analizi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*.
- Yılmaz, M. A., Sünkür, Ö. F., & İlhan, M. (2020). Ortaöğretim fizik, kimya, biyoloji dersi öğretim programlarının bilimsel okuryazarlık boyutları açısından incelenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Yılmaz, M. A., Sünkür, Ö. F., & İlhan, M. (2021). Ortaokul 7. ve 8. sınıf fen bilimleri ders kitaplarında fizik konularının bilimsel süreç becerileri yönünden içerik analizi. *Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*.
- Yıldırım, A. ve şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (9. genişletilmiş baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- YÖK/Dünya Bankası, (1997). İlköğretim fen öğretimi. Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Zwicl, B. M., Hu, D., Finkelstein, N., & Lewandowski, H. J. (2015). Model-based reasoning in the physics laboratory: Framework and initial results. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*.**Dergi Makalesi**
- şimşek, ř. ve Demirel, İ. (2020). Ortaokul Türkçe ders kitaplarının anlatıma dayalı etkinlikler yönünden karşılaştırılması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(5), 2125-2135. DOI: 10.24106/kefdergi.731886.
- Ozan, C. ve Köse, E. (2014). Eğitim programları ve öğretim alanındaki araştırma eğilimleri. *Sakarya University Journal of Education*, 4(1), 116-136.

SOSYO-BİLİMSEL KONULARDA İNFORMAL AKIL YÜRÜTME: MODELLER, GÜÇLÜKLER VE EĞİTİMSEL YANSIMALAR

Semra Tanrıöver*

GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin hızla değişen doğası, çağdaş toplumu, bireylerin yansıtıcı karar verme becerilerini gerektiren karmaşık ve gerçek yaşamla ilişkili sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır (American Association for the Advancement of Science, 1990, 1993; Driver, Newton ve Osborne, 2000; Roberts, 2007). Bu sorunlar, yaygın olarak Sosyo-Bilimsel Konular (SBK) olarak adlandırılmakta olup, özünde bilimsel kavramlara ya da teknolojik gelişmelere dayanan; ancak aynı zamanda etik, ahlaki, politik ve toplumsal boyutlarla iç içe geçmiş tartışmalı kamusal ikilemler olarak tanımlanmaktadır (Fowler, Sadler ve Zeidler, 2009; Sadler, 2004; Sadler ve Zeidler, 2005a; Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons, 2002; Zeidler, Sadler, Simmons ve Howes, 2005). Bu konulara küresel ısınma ve genetiği değiştirilmiş gıdalardan nükleer enerji kullanımına ve hidroelektrik santrallerin inşasına kadar geniş bir yelpazedeki örnekler dahildir (Irmak, 2021; Öztürk ve Leblebicioğlu, 2015; Wu ve Tsai, 2007).

Sosyo-bilimsel konular (SBK'lar), belirgin, tek bir doğru cevabı bulunmayan, yapılandırılmamış ve açık uçlu problemler olup, müzakere ve çözüm için karmaşık bilişsel süreçlerin devreye girmesini gerektirir (Kuhn, 1991; Oulton, Dillon ve Grace, 2004; Sadler, 2004). Bu akıcı ve çok boyutlu ikilemleri ele almak için en uygun bilişsel süreç informal akıl yürütmedir (Means ve Voss, 1996; Perkins, Faraday ve Bushey, 1991; Sadler, 2004). İnformal akıl yürütme, karmaşık durumlara karşı geliştirilen konuların oluşturulması ve eleştirel olarak değerlendirilmesini içerir; bu yönüyle, sabit öncüllere ve tümdengelimsel mantığa dayanan formal akıl yürütmeden belirgin biçimde ayrılır (Cerbin, 1988; Evans ve Thompson, 2004; Sadler, 2004; Wu ve Tsai, 2007).

Sosyo-bilimsel konuların (SBK) bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesindeki—yani bireylerin bilimsel bilgi ve becerilerini karar

* Science education teacher, Ministry of National Education Antalya Science and Art Center 1, Turkey, semtover@hotmail.com, orcid id: 0000-0003-0979-9384

verme süreçlerinde kullanabilme yetisinin—kritik rolüne yönelik artan farkındalık, informal akıl yürütmeyi fen eğitimi araştırmalarının merkezine yerleştirmiştir (Kolstø, 2001; Lee, 2007; Sadler ve Zeidler, 2009). Bu alandaki önemli araştırma yönelimlerinden biri, bireylerin SBK’larla etkileşimlerinde kullandıkları farklı akıl yürütme biçimlerini incelemektir; zira tartışma ve karar verme süreçleri çoğu zaman salt bilimsel değerlendirmelerin ötesine geçmektedir (Patronis, Potari ve Spiliotopoulou, 1999; Sadler ve Zeidler, 2005a; Wu ve Tsai, 2007). Dahası, SBK’lar yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda ahlaki ve duyuşsal bir nitelik taşımaktadır. Bu konular, bireylerin bilimsel bilgiyi nasıl yorumladığını ve ona nasıl tepki verdiğini şekillendiren değerler, empati ve etik yargılar içermektedir (Zeidler & Sadler, 2008; Zeidler, 2014). Bu duyuşsal boyutun kabulü, informal akıl yürütme süreçlerinin incelenmesinde bilimsel anlayışın yanı sıra duygusal ve ahlaki akıl yürütmenin de bütünleştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu bölüm, sosyo-bilimsel bağlamlarda informal akıl yürütmeye ilişkin kuramsal ve ampirik literatürü bütüncül bir biçimde sentezlemeyi; kullanılan çeşitli akıl yürütme biçimlerini ortaya koymayı; yüksek nitelikli argümantasyonun geliştirilmesine yönelik pedagojik çıkarımları belirlemeyi ve bu önemli alanla ilişkili mevcut zorluklar ile gelecekteki araştırma yönelimlerini tartışmayı amaçlamaktadır..

KURAMSAL TEMELLER

İnformal Akıl Yürütme ve Argümantasyonun Tanımı

İnformal akıl yürütme, özellikle öncüllerin belirsiz veya değişken olduğu karmaşık konulara ilişkin olarak, bireylerin argümanlar oluşturma ve bu argümanları değerlendirme çabasını içeren rasyonel bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Driver vd., 2000; Perkins vd., 1991; Sadler, 2004). İnformal akıl yürütme karmaşık, tartışmaya açık ve açık uçlu problemlere odaklandığından, bireylerin ileri sürdükleri iddiaları desteklemek için argümanlar inşa etmelerini gerektirir (Means ve Voss, 1996). Dolayısıyla informal akıl yürütme, esas olarak argümantasyon süreci aracılığıyla dışsallaştırılır ve değerlendirilir; argümantasyon ise kanıtlarla desteklenen iddiaların üretilmesi ve değerlendirilmesi olarak anlaşılır (Kuhn, 1991; Sadler, 2004; Zohar ve Nemet, 2002).

Argümantasyon, akıl yürütmenin dışa vurulmuş biçimini temsil ederken, informal akıl yürütme, argümanların nasıl oluşturulduğunu ve

değerlendirildiğini şekillendiren daha geniş bilişsel, duyuşsal ve bağlamsal sũreçleri kapsar (Means ve Voss, 1996; Sadler, 2004; Kuhn, 2010). Başka bir ifadeyle, argũmantasyon ortaya çıkan ũrũnũ, informal akıl yũrũtme ise bu ũrũnũ oluşturan sũreci temsil etmektedir.

Fen eğitimi araştırmalarında, argũmanların analitik yapısı çoğunlukla Toulmin'in Argũman Modeli kullanılarak çũzũmlenmektedir (Toulmin, 1958, 1988). Bu modele gũre bir argũman; bir iddia, bu iddiayı destekleyen veriler ve iddia ile veri arasındaki ilişkiyi kuran dayanak unsurlarından oluşur; ayrıca argũman destekleyiciler ile gũçlendirilebilir ve sınırlandırıcı ifadeler ile koşullandırılabilir. SBK bağlamında yũksek nitelikli informal akıl yũrũtme için kritik bir unsur olarak Toulmin'in Argũman Modeli, aynı zamanda karşıt gũrũřleri çũrũten veya zayıflatan çũrũtmeler bileşenini de içerir (Erduran, Simon ve Osborne, 2004; Kuhn, 1993; Zohar ve Nemet, 2002). Kuhn (1993), çũrũtme ũretmenin, karşı argũmanı etkili biçimde bũtũnleřtirerek bir argũmanın yapısını tamamlayan temel bir bileşen olduğunu ileri sũrmũřtũr.

Informal Akıl Yũrũtme Biçimleri: Rasyonel, Duygusal ve Sezgisel

Sadler ve Zeidler (2005b) tarafından geliştirilen temel bir çerçeve, sosyo-bilimsel karar verme bağlamında informal akıl yũrũtme biçimlerini sınıflandırmak amacıyla ũç ayrı kalıp tanımlamıştır: rasyonel, duygusal ve sezgisel akıl yũrũtme.

1. **Rasyonel Akıl Yũrũtme**, mantığa, bilimsel kavrayışa ve risklerin, faydaların, avantajların ve dezavantajların sistematik biçimde değerlendirilmesine dayalı açıklamaları ifade eder (Dawson ve Venville, 2009; Sadler ve Zeidler, 2005b). Bu akıl yũrũtme biçimi, gerekçeye dayanır ve veriler ya da tutarlı ilkeler ũzerine kuruludur.
2. **Duygusal Akıl Yũrũtme**, bir konunun sonuçlarına yũnelik bakım, merhamet ve empati gibi duygular tarafından yũnlendirilen; kişisel hislere ya da başkaları ũzerindeki etkilere odaklanan değerlendirmeleri içerir (Demir ve Namdar, 2019; Sadler ve Zeidler, 2005b). Gũncel araştırmalar, duygusal akıl yũrũtmenin sıklıkla ahlaki ve etik duyarlılıkla ũrtũřtũđũnũ vurgulamaktadır (Foult, Friedrichsen ve Sadler, 2020). Öğrenciler duygusal açıdan yũklũ sosyo-bilimsel konularla—örneğin aşılama, gen dũzenleme ya da iklim adaleti gibi—

etkileşime girdiklerinde, akıl yürütmeleri yalnızca empatiyi değil aynı zamanda duygularla değerleri ve toplumsal sorumluluğu ilişkilendiren ahlaki değerlendirmeleri de yansıtmaktadır (Zeidler, 2014). Örneğin, bir politikanın etkilediği kişilere duyulan kaygıyla şekillenen kararlar bu kategoriye girer.

3. **Sezgisel Akıl Yürütme**, bir durumun bağlamına yönelik anlık, içgüdüsel tepkilere veya ilk izlenimlere dayanan değerlendirmeleri kapsar (Sadler ve Zeidler, 2005b). Bu akıl yürütme biçimi genellikle daha az belirgin bir bilinçli çaba içerir ve açık, mantıksal hesaplamalardan ziyade örtük ve çağrışımsal bilişsel süreçlere dayanır (Fang, Hsu ve Lin, 2019; Wu ve Tsai, 2007).

Ampirik bulgular, yüksek nitelikli akıl yürütmenin genellikle rasyonel örüntülerle ilişkili olduğunu, ancak öğrencilerin özellikle karmaşık ve gerçek yaşamla ilişkili ikilemlerle karşılaştıklarında duygusal ve sezgisel akıl yürütmeye önemli ölçüde başvurduklarını göstermektedir (Dawson ve Venville, 2009; Demir ve Namdar, 2019). Bu durum, bireylerin SBK'ları işlerken kullandıkları bilişsel süreçlerin karmaşık ve doğrusal olmayan yapısını ortaya koymakta; yalnızca mantıksal ve biçimsel akıl yürütmeye dayalı bir yaklaşımın bu tür bağlamlar için yetersiz olduğunu doğrulamaktadır (Evans ve Thompson, 2004; Sadler, 2004).

Fen Eğitiminde İnfomal Akıl Yürütme

SBK'ların öğretim programına dâhil edilmesi, bireyleri sorumlu vatandaşlar olarak tartışma yapabilen, görüş alışverişinde bulunabilen ve bilinçli kararlar verebilen kişiler hâline getirerek bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesinde kritik bir araç olarak görölmektedir (Kolstø, 2001; Osborne, 2010; Zeidler ve Nichols, 2009). Argümantasyon uygulaması ise akıl yürütmenin işlevsel bir yansıması olarak değerlendirilmekte; gerçek yaşam bağlamlarında değerli bir beceri ve fen sınıflarında kavramsal anlamayı geliştirmek için vazgeçilmez bir araç olarak kabul edilmektedir (Driver vd., 2000; Ghazal, Boujaoude ve Hokayem, 2023; Osborne, 2010).

Bilimsel Bilginin Rolü

Her ne kadar SBK'lar doğası gereği sosyal ve etik nitelik taşısa da temelde bilimsel kavramlara dayanmakta olup, bu durum kavramsal anlamının etkili infomal akıl yürütme için kritik olduğunu göstermektedir

(Sadler ve Zeidler, 2005b; Zeidler vd., 2005). Araştırmalar, bilimsel içerik bilgisinin tartışmalı konularda daha gelişmiş informal akıl yürütme ve karar verme süreçleri için önemli bir temel oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Kolstø, 2001; Wu ve Tsai, 2007). Örneğin, yapılan çalışmalar daha yüksek düzeyde içerik bilgisine sahip öğrencilerin bu bilgiyi gerekçelendirmelerinde daha fazla kullandığını ve bilgi düzeyleri farklı olsa dahi akıl yürütme biçimlerinin (rasyonel, duygusal, sezgisel) benzer kalmasına karşı daha kaliteli informal akıl yürütme sergilediklerini göstermiştir (Sadler ve Zeidler, 2005b).

Bununla birlikte, bilimsel bilgi tek başına gereklidir ancak genellikle SBK'ların çözümü için yeterli değildir (Ghazal vd., 2023). Bazı araştırmalar, okul fen dersleri aracılığıyla edinilen bilginin öğrenciler SBK'ları analiz edip tartışırken nadiren kullanıldığını; bunun da akademik bilgi ile gerçek yaşam uygulaması arasında bir kopukluğa yol açtığını öne sürmektedir (Fleming, 1986b; Wu ve Tsai, 2007). Bu nedenle, SBK'ların öğretim programına entegre edilmesi, öğrencilerin informal akıl yürütme becerilerini uygulamaları ve bilimsel öğrenmelerini günlük problemlere aktarmaları için anlamlı bir bağlam sağlamaktadır (Kuhn, 1993; Sadler, 2004).

Argüman Kalitesi ve Çürütme Oluşturma

İnformal akıl yürütmenin kalitesini ölçmede temel odak noktalarından biri, argümanların yapısal bütünlüğünü incelemek olup, özellikle karşı argüman ve çürütme (rebuttal) oluşturma becerisi büyük önem taşımaktadır (Kuhn, 1993; Means ve Voss, 1996; Sadler ve Zeidler, 2005b). Bir çürütme oluşturma—yani karşıt bir görüşü çelişkiye düşüren ya da zayıflatan bir ifade ortaya koyma—yetisi, çoğunlukla gelişmiş ve üst düzey informal akıl yürütmenin ayırt edici bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Kuhn, 1993; Osborne, Erduran ve Simon, 2004; Wu ve Tsai, 2007).

Ampirik bulgular, farklı sınıf düzeylerinde ve çeşitli bağlamlarda öğrencilerin bu üst düzey beceriyle sıkça zorlandıklarını ve çürütmeleri daha az oluşturdukları tutarlı biçimde göstermektedir (Dawson ve Venville, 2009; Demir ve Namdar, 2019; Irmak, 2021; Wu ve Tsai, 2007). Örneğin, lise öğrencilerinin nükleer enerji konusundaki akıl yürütmelerini inceleyen bir çalışmada, katılımcıların %40'ından daha azının karşı argümanlara yönelik çürütme oluşturduğu belirlenmiştir (Wu ve Tsai, 2007). Bu eksiklik, yalnızca destekleyici argümanlar üretmenin etkili

çürütmeler geliştirmeyi garanti etmediğini; bu nedenle karşıt görüşlerin değerlendirilmesine odaklanan açık ve doğrudan öğretim ile uygulama fırsatlarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (Wu ve Tsai, 2007).

İnformel Akıl Yürütme Modları

Akıl Yürütme Modlarına Genel Bakış

Temel rasyonel–duygusal–sezgisel örüntülerin ötesinde, SBK’ları inceleyen araştırmacılar sıklıkla argümanları bilimsel olmayan bakış açılarının türüne göre sınıflandıran çerçeveler kullanmakta ve bu konuların çok disiplinli doğasını vurgulamaktadır (Patronis, Potari ve Spiliotopoulou, 1999; Wu ve Tsai, 2007; Yang ve Anderson, 2003). Birçok çalışmada kullanılan bütünlüşik çerçeve, dört temel akıl yürütme modunu tanımlamaktadır: toplumsal, ekolojik, ekonomik ve bilim/teknoloji odaklı akıl yürütme (Wu ve Tsai, 2007).

1. **Toplumsal Odaklı Akıl Yürütme**, insan refahı, toplumsal yarar ya da insani duyarlılık temelli değerlendirmeleri kapsar (Wu ve Tsai, 2007). Örneğin, yöre halkının yakınında yaşamak istememesi nedeniyle bir nükleer santral inşasına karşı çıkmak, toplumsal odaklı akıl yürütmeye bir örnektir.
2. **Ekolojik Odaklı Akıl Yürütme**, çevrenin ve ekosistemlerin bütünlüğüne ilişkin kaygıları temel alır; türlerin yaşamını tehdit eden riskler, habitat kaybı, çevresel kirlilik veya ekosistem işleyişindeki bozulmalar gibi çevresel etkiler bu akıl yürütme biçiminin merkezindedir (Wu ve Tsai, 2007).
3. **Ekonomik Odaklı Akıl Yürütme**, ekonomik kalkınma, maliyetler ya da bir kararın finansal sonuçları üzerine yapılan değerlendirmelere dayanır (Wu ve Tsai, 2007).
4. **Bilimsel ya da Teknolojik Odaklı Akıl Yürütme**, ele alınan konuyla ilişkili olarak mevcut bilim ve teknolojinin sunduğu sınırlılıklar, güçlü yönler veya güvenlik garantilerini ele alır (Wu ve Tsai, 2007).

Bu dört akıl yürütme biçiminin neyi ifade ettiğini ve SBK bağlamlarında nasıl ortaya çıktığını daha açık bir şekilde göstermek amacıyla Tablo 1, her bir akıl yürütme moduna ilişkin kısa bir özet ile açıklayıcı örnekleri sunmaktadır.

Table 1. Akıl Yürütme Modları ve Açıklayıcı Örnekler

Mod	Tanım	Örnek Argüman
Sosyal Odaklı Argümanlar	Toplumsal refahı, insan sağlığı, adalet veya insani değerler gibi sosyal fayda ve etik kaygılara dayalı akıl yürütme.	“Yakın çevrede yaşayanlar olumsuz etkilenebileceği için tesis inşa edilmemelidir.”
Ekolojik Odaklı Argümanlar	Ekosistem, doğal yaşam alanları ve çevresel dengeler üzerindeki etkileri temel alan akıl yürütme.	“Bu baraj, yaşam alanlarını ve biyolojik çeşitliliği tahrip edecektir.”
Ekonomik Odaklı Argümanlar	Ekonomik kalkınma, maliyet-etkinlik, yatırım ve kaynak kullanımı gibi ekonomik fayda ve maliyetlere dayalı akıl yürütme.	“Bu proje istihdamı artıracak ve enerji gelirlerini yükseltecektir.”
Bilim veya Teknoloji Odaklı Argümanlar	İlgili bilimsel bilgi, teknolojik kapasite ve mevcut teknik sınırlılıklar üzerine kurulu akıl yürütme.	“Bilimsel veriler, reaktör tasarımının güvenli olduğunu göstermektedir.”

Akıl Yürütme Modlarının Bağlama Göre Değişimi

Alanyazında ortaya çıkan önemli bir bulgu, informal akıl yürütme biçimleri ile akıl yürütme modlarının, ele alınan Sosyo-Bilimsel Konunun (SBK) özgül bağlamına son derece bağımlı olduğudur (Khishfe, Alshaya, BouJaoude, Mansour ve Alrudiyan, 2017; Topçu, Sadler ve Yılmaz-Tüzün, 2010; Wu ve Tsai, 2007). Öğrenciler, içinde bulunulan ikilemin baskın gerilimine bağlı olarak farklı akıl yürütme biçimlerine öncelik verme eğilimindedir (Topçu vd., 2010).

Örneğin, küresel ısınma, asit yağmurları ve genetiği değiştirilmiş gıdalar (GDG) üzerine yürütülen bir çalışmada öğrencilerin belirgin biçimde farklı tercihler sergilediği görülmüştür (Irmak, 2021). Küresel ısınma ve asit yağmurları konularında argümanlar ağırlıklı olarak ekolojik odaklı iken, GDG tartışmalarında öğrenciler daha çok toplumsal odaklı akıl yürütmeye yönelmiştir. Bu durum, GDG konusunun kişisel ve kültürel yönlerinin öğrenciler arasında daha yüksek düzeyde toplumsal kaygı uyandırdığını göstermektedir (Irmak, 2021; Khishfe vd., 2017). Benzer şekilde, hidroelektrik santraller (HES) üzerine yapılan araştırmalarda ekonomik ve ekolojik akıl yürütmenin baskın olduğu; kök hücre araştırmaları gibi konularda ise sağlık ve toplumsal boyutların öne çıktığı belirlenmiştir (Atasoy, Tekbıyık, Çalık ve Yılmaz Tüzün, 2022).

Bu bulgular, bir SBK'nın doğasında bulunan yapısal özelliklerin, bireyin hangi akıl yürütme biçimlerini devreye sokacağını belirlediğini vurgulamaktadır. Ayrıca, bir konunun ahlaki ve duygusal önem

derecesinin, bireylerin hangi akıl yürütme biçimlerine öncelik verdiğini değiştirebileceğini göstermektedir.

Akıl Yürütme Modu Çeşitliliği ve Argüman Kalitesi Arasındaki İlişki

Kuramsal ve ampirik açıdan önemli bir bulgu, kullanılan akıl yürütme biçimlerinin çeşitliliği ile informal akıl yürütmenin genel niteliği arasında pozitif bir ilişki bulunduğudur (Irmak, 2021; Wu ve Tsai, 2007). Araştırmalar, yüksek nitelikli informal akıl yürütme sergileyen bireylerin genellikle daha fazla sayıda ve daha çeşitli akıl yürütme biçiminden yararlandığını göstermektedir (Wu ve Tsai, 2007).

Daha somut olarak, kullanılan toplam akıl yürütme biçimi sayısının hem üretilen toplam argüman sayısı ile hem de özellikle çürütme oluşturma becerisi ile anlamlı ve pozitif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir (Irmak, 2021; Wu ve Tsai, 2007). Çürütme, üst düzey akıl yürütmenin temel göstergelerinden biri olduğundan, bu ilişki karşılıklı bir güçlenme sürecine işaret etmektedir: Bir kişinin çoklu bakış açılarını (örneğin toplumsal, ekonomik, ekolojik) kullanması, karşı argümanları öngörme ve çürütme için gerekli olan analitik derinliği geliştirebilir; benzer şekilde, üst düzey argümantasyon becerilerinin gelişmesi de bireyleri daha geniş bir perspektif yelpazesi kullanmaya yönlendirebilir (Wu ve Tsai, 2007).

Bu bulgular, öğrencilerin SBK'ları çoklu ve bütünleşik bir bakış açısıyla ele almalarını teşvik etmenin pedagojik açıdan zorunlu olduğunu güçlü biçimde desteklemektedir.

Pedagojik Çıkarımlar

Bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesi hedefi, fen eğitiminde SBK bağlamında informal akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesini öncelikli bir amaç hâline getirmektedir (Kolstø, 2001; Zeidler vd., 2005). Bu hedefe ulaşmak, genellikle öğretmen merkezli ve aktarım odaklı olan geleneksel fen öğretiminden **önemli pedagojik dönüşümleri** gerektirmekte; çünkü bu tür sınıf ortamlarında etkileşim ve anlamlı tartışma büyük ölçüde öğretmen tarafından yönlendirilmektedir (Driver vd., 2000; Newton, Driver ve Osborne, 1999).

Argümantasyonun ve Çoklu Bakış Açılarının Entegrasyonu

Eğitmcilerin, informal akıl yürütme ve argümantasyon becerilerine yönelik açık ve doğrudan öğretimi öğretim programına entegre etmeleri

gerekmektedir (Kuhn, 2010; Zohar ve Nemet, 2002). Öğrenciler karmaşık argümanları kendiliğinden oluşturmakta genellikle zorlandıklarından, özellikle karşı argüman ve çürütme oluşturma süreçlerine vurgu yapılmalıdır (Driver vd., 2000; Zohar ve Nemet, 2002). Araştırmalar, karşı argüman kurma becerisinin çürütme geliştirme sürecinin öncülü niteliğinde olduğunu göstermektedir (Wu ve Tsai, 2007).

Ayrıca, akıl yürütme biçimlerinin çeşitliliği ile argüman kalitesi arasındaki ampirik ilişki dikkate alındığında (Irmak, 2021; Wu ve Tsai, 2007), öğretmenlerin öğrencileri çoklu bakış açılarını dikkate almaya yönlendiren yapılandırılmış bir akıl yürütme çerçevesi kullanmaları önemlidir (Wu ve Tsai, 2007). Bu yaklaşım, SBK'ların yalnızca bilimsel yönleriyle değil, aynı zamanda içerdikleri toplumsal, ekolojik ve ekonomik boyutlarla birlikte sunulmasını gerektirir (Albe, 2008; Patronis vd., 1999). Öğrencilerin bu farklı perspektiflerden akıl yürütmelerini teşvik etmek, hem daha kapsamlı argümanlar geliştirmelerini sağlar hem de karmaşık karar verme süreçlerinde ihtiyaç duyulan üst düzey becerilerin gelişimine katkıda bulunur (Wu ve Tsai, 2007.).

İçerik Bilgisi ve Bilimin Doğasının Önemi

Öğretim uygulamaları, öğrencilerin ele alınan SBK bağlamına ilişkin yeterli içerik bilgisine sahip olmalarını sağlamalıdır; çünkü öğrencilerin ön bilgi düzeyi ve konuya aşinalığı, oluşturdukları argümanların kalitesini olumlu yönde etkilemektedir (Baytelman, Iordanou ve Constantinou, 2020; Khishfe, 2012; Sadler ve Zeidler, 2005b). Bu doğrultuda öğretmenlerin, güvenilir ders materyallerini kullanarak gerekli içerik bilgisini aktarması ve SBK bağamlarını öğrencilere tanıtması, argümanların salt sezgisel ya da duygusal temellere değil, kanıtlara dayalı biçimde geliştirilmesini desteklemektedir (Irmak, 2021; Wu ve Tsai, 2007).

Bunun yanı sıra pedagojik yaklaşımlar, bilimin doğası ile ilgili öğretimi de içermelidir (Zeidler vd., 2005). Ampirik bulgular, öğrencilerin bilimin doğasının özellikle ampirik temelli, geçici ve öznel yapısına ilişkin anlayışlarının, SBK'lar üzerine yürüttükleri informal akıl yürütmenin kalitesini anlamlı biçimde yordadığını göstermektedir (Irmak, 2021). Örneğin, bilimin öznel yönünü anlamak, bireylerin aynı veriyi farklı değerler, deneyimler veya kuramsal bağlılıklar doğrultusunda farklı şekillerde yorumlayabileceğini kavramalarına yardımcı olmakta ve SBK'larda sık karşılaşılan çelişkili bilgileri daha bilinçli biçimde

değerlendirmelerini sağlamaktadır (Kolstø, 2001b; Irmak, 2021; Zeidler vd., 2002).

Ayrıca, bilimin doğası ile ahlaki akıl yürütme arasındaki bağlantıların açık bir şekilde kurulması önemlidir. Bilimsel bilginin hem ampirik temellere dayalı olduğunu hem de kaçınılmaz biçimde öznel unsurlar içerdini kavramak, öğrencilerin verileri etik ve toplumsal açılardan da yorumlayabilmelerine olanak tanır. Bu ikili farkındalık—bilimsel ve ahlaki—öğrencilerin bilimsel uygulamanın insan yönlerini anlamalarına ve SBK’ların çok boyutlu yapısıyla daha etkin biçimde başa çıkmalarına katkı sağlar (Khishfe vd., 2017.).

Zorluklar ve Geleceğe Bakış

Fen sınıflarında sosyo-bilimsel temelli öğretimin değerine yönelik artan kabul ve farkındalığa rağmen, informal akıl yürütme becerilerinin etkili bir şekilde geliştirilmesini engelleyen çeşitli zorluklar bulunmaktadır.

Sistemsel ve Öğretimsel Zorluklar

Öğrencilerin sunduğu argümanların tutarlı biçimde düşük kaliteli olması—özellikle de karşı argüman ve çürütme ifadelerinin son derece nadir görülmesi—çeşitli yaş grupları ve bağlamalarda rapor edilen temel bir güçlük olarak ortaya çıkmaktadır (Dawson & Venville, 2009; Wu & Tsai, 2007; Zohar & Nemet, 2002). Bu sorun, birçok sınıfta öğrencilerin daha önce argümantasyon deneyimine sahip olmaması nedeniyle daha da derinleşmektedir (Demir & Namdar, 2019; Zohar & Nemet, 2002).

Ayrıca, araştırmalar öğretmen yeterliklerine ilişkin sınırlılıklara dikkat çekmektedir. Pek çok fen bilimleri öğretmeni, sınıf ortamında karmaşık ve tartışmaya dayalı söylemleri etkili biçimde organize edip yönetebilmek için gerekli pedagojik becerilere sahip değildir (Driver vd., 2000; Newton vd., 1999). Öğretmenler aynı zamanda zaman kısıtlılığı veya yetersiz mesleki gelişim olanakları gibi kurumsal engellerle karşılaşmakta; bu durum, sosyo-bilimsel temelli argümantasyon etkinliklerinin öğretim sürecine entegre edilmesini güçleştirmektedir (Genel & Topçu, 2016; Sönmez & Kılınç, 2012).

Son olarak, bilgi kaynağı da öğrencilerin akıl yürütme kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Öğrenciler sosyo-bilimsel konulara ilişkin bilgi edinirken sıklıkla internet ve medya kaynaklarına yönelmekte; bu durum yanlış anlamalara veya eksik bilgi kullanımına neden olarak informal akıl

yürütmenin niteliğini düşürebilmektedir (Irmak, 2021; Ozturk & Yılmaz-Tuzun, 2017). İnfomal akıl yürütmenin güvenilir şekilde değerlendirilmesi de bir diğer zorluktur. Geleneksel çoktan seçmeli testler, argüman kalitesinin karmaşıklığını, duyuşsal ya da ahlaki akıl yürütmeyi ve çok yönlü düşünme süreçlerini ortaya koymada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, performansa dayalı değerlendirmeler, rubrikler ve söylem çözümleme tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Evagorou, 2020; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2023).).

Gelecek Araştırma Yönelimleri

Gelecek araştırmaların, farklı bağlamlar ve demografik gruplar arasında infomal akıl yürütmenin anlaşılmasını ve uygulanmasını geliştirmeye odaklanması gerekmektedir (Irmak, 2021; Wu & Tsai, 2007). Akıl yürütme biçimlerinin bağlama bağımlı niteliği göz önünde bulundurulduğunda (Topçu, Sadler & Yılmaz-Tüzün, 2010), ampirik kanıtların kapsamını genişletmek amacıyla aşı uygulamaları, insan klonlama ya da belirli çevresel projeler gibi yeni sosyo-bilimsel konularına yönelik daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Irmak, 2021).

Ayrıca, bütünleşik ve açık öğretime odaklanan müdahale çalışmalarının yürütülmesi kritik önemdedir. Bu doğrultuda tasarlanacak öğretim süreçlerinin yalnızca içerik bilgisi aktarmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilere çok boyutlu akıl yürütme çerçevesini (sosyal, ekolojik, ekonomik ve bilimsel) nasıl kullanacaklarını ve özellikle çürütme oluşturma başta olmak üzere temel argümantasyon becerilerini nasıl geliştireceklerini açık biçimde öğretmesi gerekmektedir (Wu & Tsai, 2007; Zohar & Nemet, 2002).

Bunun yanında, birden fazla akıl yürütme biçimini kullanma ile üst düzey infomal akıl yürütme becerilerinin gelişimi arasındaki varsayılan karşılıklı etkileşimi incelemek amacıyla boylamsal araştırmalar önerilmektedir (Wu & Tsai, 2007). Ek olarak, bilimin doğasının kültürel ve sosyal gömülülüğü gibi ek değişkenlerin infomal akıl yürütme ile ilişkisini irdeleyen çalışmalar da yürütülmelidir (Irmak, 2021).

Gelecekteki araştırmaların, öğrencilerin sosyo-bilimsel konuların öğretimi sürecinde akıl yürütmelerinin zaman içindeki değişimini izleyebilmek için nitel söylem analizleri, nicel kodlama yöntemleri ve hesaplamalı dilbilim araçlarını bir araya getiren karma yöntem yaklaşımlarını kullanması önerilmektedir (Evagorou, 2020). Boylamsal

çalışmalar aynı zamanda öğrencilerin ahlaki ve epistemik boyutlarının zaman içinde nasıl birlikte geliştiğini de ortaya koyabilir

SONUÇ

İnformal akıl yürütme, günümüz vatandaşlarının değeri yüklü ve karmaşık sosyo-bilimsel meselelerde etkin biçimde yön bulabilmeleri için gerekli temel bilişsel beceridir (Sadler, 2004; Zeidler vd., 2005). Argümantasyon yoluyla görünür hâle gelen bu süreç, yalnızca bilimsel içerik bilgisi gerektirmekle kalmaz; aynı zamanda etik, ekonomik, ekolojik ve toplumsal perspektiflerin dikkate alınmasını da zorunlu kılar (Patronis, Potari & Spiliotopoulou, 1999; Wu & Tsai, 2007). Ampirik bulgular, bu çeşitli akıl yürütme biçimlerinin kullanılmasının özellikle çürütme oluşturma gibi sofistike argümantasyon unsurlarının gelişimiyle yakından ilişkili olduğunu güçlü biçimde göstermektedir (Irmak, 2021; Wu & Tsai, 2007).

Ayrıca, bilimin doğasının özellikle ampirik temelli, tentatif ve öznel yönlerine ilişkin sağlam bir anlayış, bireylerin sosyo-bilimsel konu bağlamlarında etkili informal akıl yürütme sergilemesinin önemli bir yordayıcısıdır (Irmak, 2021; Sadler, Chambers & Zeidler, 2004). Öğrencilerin bilimsel, toplumsal, ekolojik ve ahlaki perspektiflerden akıl yürütmeye teşvik edilmesi, yalnızca argümantasyon becerilerinin gelişimine değeri, aynı zamanda demokratik toplumlarda yansıtıcı vatandaşlık kapasitesinin oluşumuna da katkı sağlar.

Bu nedenle, bilimsel okuryazarlığın hedeflerine ulaşmak ve bilinçli bir vatandaşlık kültürünü güçlendirmek için fen eğitiminin; argümantasyon becerilerinin açık biçimde öğretildiği ve öğrencilerin karşılaştıkları kritik sosyo-bilimsel sorunlarda çok boyutlu bir yaklaşımı etkin biçimde kullanmaya teşvik edildiği pedagojik uygulamaları benimsemesi gerekmektedir (Driver, Newton & Osborne, 2000; Kolstø, 2001).

Kaynaklar

- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). Project 2061: Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press.
<http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php>
- Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussion on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, 38(1), 67–90.
- Atasoy, Ş., Tekbıyık, A. & Yüca, O. Ş. (2019). Determining students' informal reasoning on some local socio-scientific issues in the Black Sea region: HPP, organic tea, and Green Road Project. *Hacettepe University Journal of Education*, 34(2), 524–540.
<http://dx.doi.org/10.16986/HUJE.2018045573>
- Baytelman, A., Iordanou, K., & Constantinou, C. P.. (2020). Epistemic beliefs and prior knowledge as predictors of the construction of different types of arguments on socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(8), 1199–1227.
<https://doi.org/10.1002/tea.21627>
- Cerbin, B. (1988). The nature and development of informal reasoning skills in college students. Paper presented at the National Institute on Issues in Teaching and Learning, Chicago, IL.
- Dawson, V. ve Venville, G. J. (2009). High school students' informal reasoning and argumentation about biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421-1445.
<https://doi.org/10.1080/09500690801992870>
- Demir, A., & Namdar, B.. (2021). The Effect of Modeling Activities on Grade 5 Students' Informal Reasoning About a Real-Life Issue. *Research in Science Education*, 51(S1), 429–442. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09896-8>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J.. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(200005\)84:3<287::aid-sce1>3.0.co;2-a](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(200005)84:3<287::aid-sce1>3.0.co;2-a)
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J.. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Evans, J. St. B. T. ve Thompson, V. A. (2004). Informal reasoning: Theory and method. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 58, 69–74.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0085797>
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., & Lin, S. S. (2019). Conceptualizing Socioscientific Decision Making from a Review of Research in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(3), 427-448. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9890-2>
- Fleming, R. (1986b). Adolescent reasoning in socio-scientific issues. Part II: Nonsocial cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 689–698.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660230804>
- Fowler, S. R., Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279–296.
<http://www.informaworld.com/openurl?genre=article&id=doi:10.1080/09500690701787909>

- Genel, A. ve Topçu, M. S. (2016). Turkish pre-service science teachers' socio-scientific issues-based teaching practices in middle school science classrooms. *Research in Science & Technological Education*, 34(1), 105–123. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1124847>
- Ghazal, I., Boujaoude, S., & Hokayem, H.. (2024). Grade 8 Lebanese students' reasoning and decision-making about scientific versus socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 46(12), 1192–1215. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2281296>
- Irmak, N. F. N. (2021). *The relationship between eighth-grade students' nature of science understanding and their informal reasoning on socio-scientific issues* [Doctoral dissertation, Middle East Technical University]. National Thesis Center.
- Khishfe, R. (2012). Relationship between nature of science understandings and argumentation skills: A role for counterargument and contextual factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 489–514. <https://doi.org/10.1002/tea.21012>
- Khishfe, R. (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socioscientific issues: An effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36(6), 974–1016. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.832004>
- Khishfe, R., Alshaya, F. S., BouJaoude, S., Mansour, N. ve Alrudiyan, K. I. (2017). Students' understandings of the nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 39(3), 299–334. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1280741>
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education*, 85, 291–310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Kolstø, S. D. (2001b). To trust or not to trust,—pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877–901.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571350>
- Kuhn, D. (1993). Connecting scientific and informal reasoning. *Merrill-Palmer Quarterly*, 39(1), 74–103. <http://www.jstor.org/stable/23087301>
- Kuhn, D.. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810–824. <https://doi.org/10.1002/sce.20395>
- Means, M. L. ve Voss, J. F. (1996). Who Reasons Well? Two Studies of Informal Reasoning Among Children of Different Grade, Ability, and Knowledge Levels. *Cognition and Instruction*, 14(2), 139–178. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1402_1
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J.. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553–576. <https://doi.org/10.1080/095006999290570>
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463–466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S.. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(13), 411–423. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072746>
- Ozturk, N., & Yılmaz-Tüzün, Ö. (2017). Preservice science teachers' epistemological beliefs and informal reasoning regarding socioscientific issues. *Research in Science Education*, 47(6), 1275–1304. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9548-4>

- Öztürk, S., & Leblebicioğlu, G. (2015). Investigation of reasoning modes in making a decision about hydroelectric power plants which is a socio-scientific issue. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 1–33.
- Patronis, T., Potari, D. ve Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745–754. <https://doi.org/10.1080/095006999290408>
- Perkins, D. N., Faraday, M., & Bushey, B. (1991). Everyday reasoning and the roots of intelligence. In J. F. Voss, D. N. Perkins, & J. W. Segal (Eds.), *Informal reasoning and education* (pp. 83–105). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Lawrence Erlbaum Associates.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387–409. https://doi.org/10.1080/0950069032000119456?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6), 986–1004. <https://doi.org/10.1002/sce.20165>
- Sadler, T. D. ve Zeidler, D. L. (2005a). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding SSI: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89, 71–93. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20023>
- Sadler, T. D. ve Zeidler, D. L. (2005b). Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112–138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Sönmez, A., & Kılınç, A. (2012). Preservice Science Teachers' Self-Efficacy Beliefs About Teaching GM Foods: The Potential Effects Of Some Psychometric Factors. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 6(2), 49–76.
- Toulmin, S. E. (1988). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Topçu, M. S., Sadler, T. D., & Yılmaz-Tüzün, Ö. (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(13), 2475–2495. https://doi.org/10.1080/09500690903524779?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate
- Topçu, M. S., Yılmaz-Tüzün, Ö., & Sadler, T. D. (2011). Turkish preservice science teachers' informal reasoning regarding socioscientific issues and the factors influencing their informal reasoning. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 313–332. https://doi.org/10.1080/09500690903524779?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate
- Wu, Y. T. (2013). University students' knowledge structures and informal reasoning on the use of genetically modified foods: Multidimensional analyses. *Research in Science Education*, 43, 1873–1890. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9343-9>
- Wu, Y. T. ve Tsai, C. C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163–1187. <https://doi.org/10.1080/09500690601083375>

- Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2011). High school students' informal reasoning regarding a socio-scientific issue, with relation to scientific epistemological beliefs and cognitive structures. *International Journal of Science Education*, 33(3), 371–400.
- Yang, F. Y. ve Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, 25(2), 221–244. <https://doi.org/10.1080/09500690210126739>
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H.. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. <https://doi.org/10.1007/bf03173684>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. ve Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socio-scientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343–367. <https://doi.org/10.1002/sce.10025>
- Zohar, A., & Nemet, F.. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35–62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>
- Evagorou, M. (2020). *Socioscientific issues in science education: Epistemic practices and complexity*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40229-7_1
- Foult, J. A., Friedrichsen, P. M., & Sadler, T. D. (2020). *Moral sensitivity in socioscientific reasoning*. <https://doi.org/10.18404/ijemst.55999>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S.. (2007). Argumentation in Science Education: An Overview. In *Science & Technology Education Library* (pp. 3–27). Science & Technology Education Library. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1
- Zeidler, D. L. (2014). Socio-scientific issues as a curriculum emphasis. Theory, research, and practice. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, 2, 697–726, Routledge.