

Mendel Genetiği Konusunun Öğretiminde Eğitsel Oyun Temelli Uygulamanın Etkisi

Sefa Merve KILIÇASLAN^a, Mehmet YILMAZ^b

Yüklenme: 27.06.2025

Kabul: 04.12.2025

Yayınlanma: 04.12.2025

Anahtar Kelimeler:

Fen eğitimi,
Mendel genetiği,
Eğitsel oyun temelli
etkinlikler,
Kalıtım kavramları

Keywords:

Science education,
Mendelian genetics,
Educational game based
activity,
Concepts of heredity

Yazar Bilgileri:

a. Gazi Üniversitesi,
Gazi Eğitim Fakültesi,
Ankara, Türkiye.
Orcid:
0000-0002-0360-7102
smkilicaslan@gmail.com

b. Gazi Üniversitesi,
Gazi Eğitim Fakültesi,
Ankara, Türkiye.
Orcid:
0000-0001-6700-6579
myilmaz@gazi.edu.tr

ÖZET

Türkiye’de genetik konuları ilk kez sekizinci sınıf fen bilimleri müfredatında öğretilmekte olup, soyut yapıları ve yeni kavramlar içermeleri nedeniyle özellikle Mendel’in bezelye seçimi, çaprazlama yöntemleri ve sonuçların yorumlanması öğrenciler için belirgin öğrenme güçlükleri oluşturmaktadır. Bu çalışmada, fen bilimleri öğretim programı kapsamında yer alan Mendel genetiği konusuna ilişkin olarak geliştirilen eğitsel oyun temelli etkinliklerin, sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve kavramsal farkındalıkları üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Tek gruplu deneysel desenin benimsendiği bu araştırma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılı içerisinde yürütülmüştür. Çalışma grubunu, Ankara ilinde çeşitli ortaokullarda öğrenim gören 15 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde araştırmacılar tarafından geliştirilen açık uçlu akademik başarı formu ön test olarak uygulanmış; ardından Mendel’in deneylerinde kullandığı bezelye çiçeğine ait kapalı çiçek modeli öğrencilere gösterilerek etkinlik öncesi bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Daha sonra çaprazlamaların oyunlaştırıldığı “Üreyen Boncuklar” etkinliği yönergesi öğrencilere sunulmuş ve örnek bir etkinlik birlikte gerçekleştirilmiştir. Çeşitli çiçek rengi kombinasyonlarına ait tüm olası çaprazlama durumları oyun yoluyla aktarılmış; öğrenciler bu etkinliklere aktif biçimde katılım sağlamıştır. Etkinlik sonrasında, aynı başarı formu son test olarak yeniden uygulanmış ve veri çeşitliliğini artırmak amacıyla açık uçlu anket soru formu kullanılmıştır. Bulgular, eğitsel oyun temelli etkinliğin öğrencilerin Mendel genetiği konusunda yer alan terim ve kavramlarla ilgili akademik başarılarının istenilen yönde arttığını ortaya koymuştur. Öğrenciler, söz konusu etkinliğin öğrenmeyi kolaylaştırdığını, kavramların somutlaşmasına katkı sağladığını ve genel başarı düzeylerini artırdığını ifade etmiştir.

Effect of Educational Game-Based Application in Teaching Mendelian Genetics

ABSTRACT

In Turkey, genetics is being taught for the first time in the eighth-grade science curriculum. Due to their abstract nature and the inclusion of new concepts, Mendel's selection of peas, crossbreeding methods, and the interpretation of results pose significant learning challenges for students. This study aimed to investigate the effects of educational game-based activities developed for the Mendelian genetics topic, which is part of the science curriculum, on the academic achievement and conceptual awareness of eighth-grade students. This research, which adopted a single-group experimental design, was conducted during the 2023-2024 academic year. The study group consisted of 15 eighth-grade students attending various middle schools in Ankara. During the data collection process, an open-ended academic achievement form developed by the researchers was administered as a pre-test. Following this, the students were shown the closed-flower model of the pea flower used by Mendel in his experiments, which was then used as a pre-activity review. The instructions for the "Producing Beads" activity, which gamified crossbreeding, were then presented to the students, and a sample activity was conducted together. All possible crossbreeding situations for various flower color combinations were presented through play, and the students actively participated in these activities. Following the activity, the same achievement form was re-administered as a post-test, and an open-ended survey questionnaire was used to increase data diversity. The findings revealed that the educational game-based activity increased students' academic achievement regarding the terms and concepts in Mendelian genetics in the desired direction. Students stated that the activity facilitated learning, contributed to the concrete understanding of concepts, and increased their overall achievement levels.

GİRİŞ

1990 yılında başlatılan İnsan Genom Projesi ile birlikte genetik bilimi, bilimsel ve toplumsal ilgi odağı haline gelmiş; medyada sıklıkla yer alan güncel araştırmalar sayesinde geniş toplum kesimlerinin dikkatini çekmiştir (Çırakoğlu, 2002). Genetik bilimindeki hızlı ilerleme, ülkelerin bu gelişmelere uyum sağlamak amacıyla eğitim programlarını yeniden düzenlemelerini gerektirmiştir. Türkiye’de genetik konuları, Milli Eğitim Bakanlığı’nın (2018) yayımladığı Fen Bilimleri Öğretim Programı kapsamında ortaokul sekizinci sınıf düzeyinde “DNA ve Genetik Kod” ünitesi içerisinde ele alınmaktadır. Bu ünitenin alt başlıklarından biri olan “Kalıtım” öğrencilerin daha önce karşılaşmadığı ve genellikle soyut içeriklere sahip olan kavramları içermektedir.

Ulusal ve uluslararası alanyazında, öğrencilerin kalıtım konusuna ilişkin kavramları anlamada çeşitli güçlükler yaşadıkları ortaya konmuştur (Gündüz vd., 2016; Yılmaz vd., 2017; 2018). Bahar vd. (1999), genetik konularının zorluk düzeylerinin yüksek olmasını; içerdikleri soyut terimler, semboller ve benzer terminolojik yapılar (örneğin, homolog, homozigot) ile ilişkilendirmektedir. Knippels (2002) ise genetik eğitiminin karşılaştığı başlıca zorlukları beş ana başlıkta sıralamaktadır: Mendel genetiğinin matematiksel yapısı, genetiğin karmaşık doğası, alana özgü terminoloji, konunun soyut yapısı ve hücre içinde gerçekleşen süreçlerin karmaşıklığı.

Bu zorlukların üstesinden gelmek amacıyla geliştirilen eğitsel oyun temelli etkinliklerin, öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik ilgilerini artırarak akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Örneğin Wang ve Zheng (2021), oyun temelli öğrenmenin Çinli ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri derslerindeki öğrenme düzeyi ve öz-yeterlik algısı üzerindeki etkilerini incelemiş ve oyun temelli öğrenme gruplarının hem bilgi düzeyi hem de öz-yeterlik açısından anlamlı şekilde daha yüksek performans gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Low ve Ellefson (2024) tarafından geliştirilen sanal genetik oyunlarının öğrencilerin Mendel genetiğine dair temel kavramları öğrenmelerinde etkili olduğu ve öğrencilerin akademik başarılarında belirgin artış sağladığı ifade edilmiştir. Benzer biçimde, Yazıcıoğlu ve Çavuş-Güngören’in (2019) çalışmasında, oyun temelli etkinliklerin öğrencilerin fen bilimleri alanındaki başarılarını ve derse yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini rapor etmiştir.

Genetik konusunun öğrenilmesi ve öğretilmesi açısından sahip olduğu soyutluk düzeyi ve kavramsal karmaşıklık, bu alanda alternatif öğretim stratejilerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu bağlamda eğitsel oyun temelli etkinliklerin genetik öğretiminde etkili

olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı

Alanyazın incelendiğinde, eğitsel oyun temelli etkinliklerin fen öğretimi üzerindeki etkilerinin sıklıkla araştırıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar genel olarak oyun temelli öğrenme yaklaşımlarının öğrencilerin akademik başarılarını, motivasyonlarını ve kavramsal öğrenme düzeylerini artırdığını ortaya koymaktadır. Nitekim Karakaya vd.'nin (2024) fen öğretiminde geliştirilen Biopoly adlı eğitsel oyun üzerine yürüttükleri araştırmada da, oyun temelli uygulamaların öğrencilerin fen kavramlarını somutlaştırmalarına, öğrenmeye yönelik ilgilerinin artmasına ve kalıcı öğrenmenin desteklenmesine önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, Mendel genetiği özelinde gerçekleştirilen çalışmalara yeterince rastlanmamaktadır. Bu doğrultuda, bu araştırmanın temel amacı fen öğretiminde Mendel genetiği konusuna yönelik geliştirilen eğitsel oyun temelli etkinliğin öğrencilerin bu konudaki kavramsal öğrenmelerine ve akademik başarılarına etkisini incelemektir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu araştırmada tek gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Tek gruplu deneysel desen, yalnızca bir grup üzerinde yapılan ön test ve son test ölçümleriyle uygulamanın etkisini ortaya koymayı amaçlayan zayıf deneysel desenlerden biridir. Bu desenin tercih edilmesindeki temel gerekçe, araştırmada kullanılan uygulamanın etkililiğine ilişkin ön değerlendirme yapma amacıdır. Araştırmada, katılımcıların uygulama öncesindeki hazırbulunuşluk düzeyleri ön test aracılığıyla belirlenmiş, uygulama sonrasında ise elde edilen veriler karşılaştırılarak uygulamanın etkisi incelenmiştir. Kontrol grubu içermemesi nedeniyle iç geçerlilik açısından bazı sınırlılıkları bulunsa da; bu desen özellikle yeni geliştirilen uygulamaların etkilerini hızlı, pratik ve ekonomik bir biçimde ortaya koymak için uygun görülmektedir (Büyüköztürk vd., 2020; Campbell ve Stanley, 1963; Karasar, 2022).

Çalışma Grubu

Çalışmanın katılımcılarını, 2023-2024 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Ankara ilindeki farklı devlet ortaokullarında öğrenim gören toplam 15 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Katılımcıların altısı kız, dokuzu ise erkek öğrencidir. Kişi sayısı kolay ulaşılabilirlik örneklem yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmanın amacı

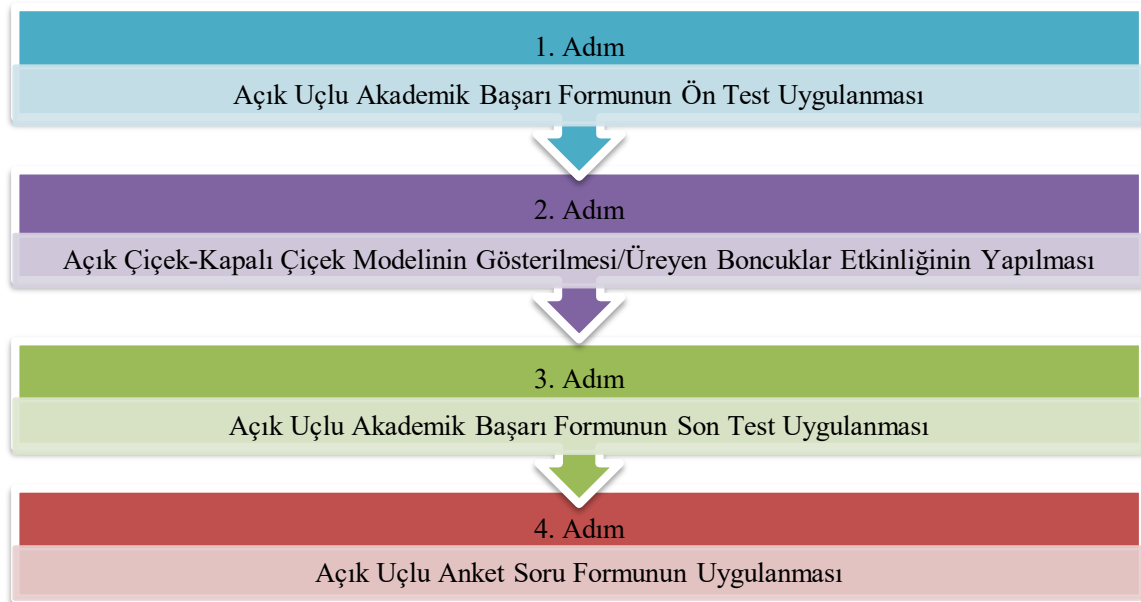
öğrencilere anlatılmış ve katılım gönüllülük esasına göre gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama sürecinden önce etik kurul onayı alınmış ve veri toplama süreci planlanan doğrultuda yürütülmüştür. Uygulama ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde toplamda dört hafta sürmüş ve geliştirilen eğitsel oyun temelli etkinlik her hafta iki ders saati öğrencilerle sınıf ortamında uygulanmıştır. Veri toplama aşamasında birden fazla veri kaynağına dayalı yöntem benimsenmiştir. Bu süreçte araştırmacı tarafından oluşturulan akış diyagramı doğrultusunda etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri toplama süreci Şekil 1’de verilmiştir.

Şekil 1

Veri Toplama Süreci



Bu araştırmada uygulama süreci, öğrencilerin fen öğrenme sürecine etkin katılımını sağlamak ve kavramsal öğrenmelerini sağlamak amacıyla Bybee ve arkadaşları (2006) tarafından geliştirilen 5E öğrenme modeli temel alınarak yapılandırılmıştır. Uygulamanın 5E öğrenme modeline göre yapılandırılmış biçimi Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1*Uygulamanın 5E Öğrenme Modeline Göre Yapılandırılması*

5E Aşamaları	Aşamanın Amacı	Uygulama İçeriği (Mendel Genetiği Eğitsel Oyunu)	Araştırmada Yer Alan Etkinlikler
1. Dikkat Çekme (Engage)	Öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak ve konuya yönelik merak uyandırmak	Kalıtım kavramı hakkında tartışma; “Kalıtım nedir?”, “Çocuklar anne ve babalarına neden benzer?” gibi sorularla öğrencilerin ilgisini çekme	Ön test uygulanması, kısa soru-cevap ve beyin fırtınası etkinliği
2. Keşfetme (Explore)	Öğrencilerin aktif katılımıyla konuyu deneyimlemelerini sağlamak	Öğrencilerin gruplar halinde Mendel Genetiği Eğitsel Oyununu oynamaları	Genotip-fenotip eşleştirme, baskın-çekinik alel kombinasyonlarının keşfedilmesi
3. Açıklama (Explain)	Öğrencilerin deneyimledikleri süreçleri bilimsel kavramlarla ilişkilendirmelerini sağlamak	Oyun sırasında elde edilen sonuçların sınıf ortamında tartışılması	Öğretmenin rehberliğinde gen, alel, homozigot, heterozigot kavramlarının açıklanması
4. Derinleştirme (Elaborate)	Öğrenilen kavramların farklı durumlara uygulanmasını sağlamak	Öğrencilere yeni genetik problem durumları verilmesi	Farklı çaprazlama örnekleri çözülerek kavramların pekiştirilmesi
5. Değerlendirme (Evaluate)	Öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini ve akademik başarılarını ölçmek	Öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi	Son test uygulanması, öğrenci görüş formu ile nitel verilerin toplanması

Açık-Kapalı Çiçek Modeli ve Üreyen Boncuklar Etkinliğinin Uygulaması: Araştırmada, öğrencilerin yedinci sınıfta görmüş olduğu açık çiçeğin yapıları gösterilerek tozlaşma anlatılmış ve katılımcılara, “Tozlaşma sürecinde aktarılan polenin kaynağı olan çiçeğin rengi nedir?”, “Oluşan tohumların atalarının çiçek rengi yönünden özellikleri nelerdir?” soruları sorulmuştur. Daha sonra Mendel’in deneylerinde tercih ettiği bezelye bitkisini temsil eden kapalı çiçek modelinden yararlanılmış ve öğrencilerin bu model üzerinde gözlem yapmaları sağlanmıştır. Ayrıca kapalı çiçek modeli oluşturulurken bilimsel kaynaklardaki çiçek şekilleri (Sadava vd., 2014: s.241; Simon vd., 2017: s.146-147; Reece vd., 2013: s. 263) baz alınmıştır. Katılımcılara “Kapalı çiçeğe sahip bir bitki tozlaşma gerçekleştirebilir mi?”, “Kapalı çiçekli bir bitkinin genetik atasını saptamak mümkün müdür?”, “Kapalı çiçekli bir bitkiden elde edilen tohumların, ata bireyin çiçek rengi açısından hangi özelliği taşıdığını belirleyebilir miyiz?” soruları sorulmuştur. Sonrasında ise katılımcılara “Ebeveyn ve yavru arasındaki özellikleri gözlemlemek isteseydiniz hangi

çiçek ile çalışmayı tercih ederdiniz?" sorusu sorulmuştur. Ardından, Mendel genetiği konusunu oyunlaştırarak öğretmeyi amaçlayan "Üreyen Boncuklar" adlı etkinlik uygulanmıştır. "Üreyen Boncuklar" etkinliği, araştırmacılar tarafından alanyazın taranarak (Morgan ve Carter, 2019: s. 279-281; Reece vd., 2013: s. 263; Jones ve Jones, 2003: s. 236) oluşturulmuştur. Bu etkinlikte, bezelye çiçeklerinin mor ve beyaz renkli alellerini temsil eden mor ve beyaz boncuklar kullanılmıştır. Her biri bir ebeveyni temsil eden iki ayrı cam fanusa 200'er adet boncuk (mor ve beyaz) yerleştirilmiş; mor boncuklar baskın (A), beyaz boncuklar ise çekinik (a) aleli temsil etmiştir. Etkinliğin uygulanışında öğrenciler göz bandı takarak rastgele boncuk seçimi yapmış ve her seçim genetik çaprazlama örneği olarak tahtaya yazılmıştır. Bu süreçte öğrenciler genotip ve fenotip oranlarını hesaplamış, sonuçları Mendel'in deneyleriyle karşılaştırarak yorumlamıştır. Çaprazlamalara ilişkin tüm olasılıkların deneysel olarak gösterildiği etkinlikte öğrencilerin aktif katılımı sağlanmıştır. Etkinliğe ilişkin çaprazlama örnekleri altı farklı kombinasyon üzerinden gerçekleştirilmiş ve uygulanan deneysel koşullar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2

Çiçek Rengi Özelliğine Yönelik Genetik Çaprazlamalar

Deneme No	1. Fanustaki Boncuklar	2. Kaptaki Boncuklar	Çaprazlanan Genotipler
1	200 Beyaz	200 Beyaz	$aa \times aa$
2	200 Mor	200 Mor	$AA \times AA$
3	200 Mor	200 Beyaz	$AA \times aa$
4	100 Mor + 100 Beyaz	200 Beyaz	$Aa \times aa$
5	100 Mor + 100 Beyaz	100 Mor + 100 Beyaz	$Aa \times Aa$
6	200 Mor	100 Mor + 100 Beyaz	$AA \times Aa$

Veri Toplama Araçları

Araştırmada iki temel veri toplama aracı, "Açık Uçlu Akademik Başarı Formu" ve "Açık Uçlu Anket Soru Formu" kullanılmıştır.

Açık Uçlu Akademik Başarı Formu: Araştırmacılar tarafından geliştirilen bu form, öğrencilerin Mendel genetiği konusundaki kavramsal düzeylerini ölçmeye yönelik olarak hazırlanmış beş açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Form, etkinlik sürecinin başında ve sonunda olmak üzere iki aşamalı olarak uygulanmıştır.

Açık Uçlu Anket Soru Formu: Bu form, öğrencilerin açık uçlu başarı formuna verdikleri yanıtlar doğrultusunda yapılandırılmış altı sorudan oluşmaktadır. Öğrenci görüşlerinden nitel veri çeşitliliği elde etmek amacıyla hazırlanan bu form gönüllülük esasına bağlı

olarak beş öğrenciye uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan veriler nitel veri analiz yöntemleri doğrultusunda analiz edilmiştir.

Açık Uçlu Akademik Başarı Formunun Analizi: Açık uçlu akademik başarı formuna verilen yanıtlar, içerik analizi ve betimsel analiz teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrenci yanıtları rubrik puanlama sistemi ile skorlandırılmıştır. Rubrikler ölçme ve değerlendirme uzmanlarının görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Farklı soru türleri için iki ayrı rubrik kullanılmış, puanlama ölçekleri sorunun niteliğine göre dört veya beş düzeyli olarak belirlenmiştir. Rubrik puanlaması aşağıdaki tabloya göre yapılmıştır.

Tablo 3

Sorular İçin Kullanılan Rubrik Puanlaması

"Gregor Mendel kimdir?"	Mendel'in Çalışmaları ve "Kalıtım Kavramları"	
Puanlama	Puanlama	Açıklama
Boş puan (0)	Boş puan (0)	Bilgi vermez.
Yanlış puan (1)	Yanlış puan (1)	Bilimsel anlamda yanlış bilgi içermektedir.
Kısmi puan (2)	-	Eksik ama kısmen doğru bilgi içermektedir.
Kısmi puan (3)	Kısmi puan (3)	Eksik olmasına rağmen doğru bilgi içermektedir.
Tam puan (4)	Tam puan (4)	Tam ve eksiksiz bilgi içermektedir.

Rubriklerdeki açıklama ve puanlamalar ölçme değerlendirme uzmanıyla beraber belirlenmiştir.

Açık Uçlu Anket Soru Formunun Analizi: Açık uçlu anket soru formundan elde edilen veriler de benzer şekilde içerik ve betimsel analiz teknikleri kullanılarak temalaştırılmış ve öğrenci görüşlerinden örnekler ile desteklenmiştir.

Etik Kurul İzin Belgesi

Bu araştırma Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'nun 02.03.2021 kayıt tarihli ve 04 sayılı kararı ile etik yönden uygun bulunmuştur.

BULGULAR

Araştırma kapsamında uygulanan veri toplama araçlarından elde edilen veriler, bu bölümde ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Bulgular, açık uçlu akademik başarı formu ve açık uçlu anket soru formu verilerinin analizine dayanmaktadır.

Açık Uçlu Akademik Başarı Formundan Elde Edilen Bulgular

Katılımcılara yöneltilen “Gregor Mendel kimdir? Kısaca açıklayınız” sorusuna verilen yanıtlar rubrik doğrultusunda puanlanmış, sonuçlar Tablo 4’ te sunulmuştur.

Tablo 4

“Gregor Mendel kimdir? Kısaca açıklayınız” Sorusuna Ait Ön Test Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

Puanlama	Ön Test		Son Test	
	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$
Boş puan (0)	10	0	-	-
Yanlış puan (1)	4	1	-	-
Kısmi puan (2)	1	2	2	2
Kısmi puan (3)	-	-	10	3
Tam puan (4)	-	-	3	4

Ön test sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun konu hakkında bilgi sahibi olmadığı ya da yanlış yanıtlar verdiği görülmektedir. Ancak uygulanan eğitsel oyun temelli etkinliğin ardından yapılan son testte, öğrencilerin %20’si soruya tam ve eksiksiz bilgiyle yanıt verirken, %66,7’si eksik ancak doğru bilgi sunmuştur.

Katılımcılara yöneltilen “Mendel’in çalışmaları hakkında ne biliyorsunuz?” sorusuna verilen yanıtlar rubrik doğrultusunda puanlanmış, sonuçlar Tablo 5’ te sunulmuştur.

Tablo 5

“Mendel’ in çalışmaları hakkında ne biliyorsunuz?” Sorusuna Ait Ön Test Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

Puanlama	Ön Test		Son Test	
	N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$
Boş puan (0)	12	0	-	-
Yanlış puan (1)	2	1	1	1
Yarım puan (2)	1	2	6	2
Tam puan (3)	-	-	8	3

“Mendel’in çalışmaları hakkında ne biliyorsunuz?” sorusuna ilişkin elde edilen veriler, öğrencilerin ön testte konuyla ilgili sınırlı bilgiye sahip olduğunu, son testte ise %53,3’ünün tam ve eksiksiz, %40’ının ise eksik ancak doğru bilgi sunduğunu ortaya koymuştur.

Katılımcılara yöneltilen “Genetik bilimi ve yapılan çalışmalar hakkında ne söyleyebilirsiniz?” sorusuna verilen yanıtlara göre temalar belirlenmiş, sonuçlar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6

“Genetik bilimi ve yapılan çalışmalar hakkında ne söyleyebilirsiniz?” Sorusuna Ait Ön Test Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

	Temalar	f	Örnek Öğrenci Görüşleri
Ön Test	Genetiği	1	Ö5: Genetik bilimi, insanların ve hayvanların genetiğini değiştirir.
	Değiştirme		
	Kalıtım	1	Ö8: İnsanın neden ataya benzediğini buluruz.
	Canlıyı	1	Ö3: Her gün yeni bir şey öğrenmek, fen ve bilim çalışmalarını ilgi çekici kılar ve canlıları daha iyi tanımamıza yardımcı olur.
	Tanıma		
Son Test	Diğer	12	Ö2: Çalışmaları takip etmiyorum. Ö11: Fikrim yok.
	Çağın	1	Ö6: Genetik bilimi, çağın her geçen gün daha da ilerlemesine katkı sağlamaktadır.
	İlerlemesi		
	Sağlık	2	Ö9: Gen tedavisi ve gen aktarımı gibi yöntemler, özellikle kanser başta olmak üzere çeşitli hastalıkların tedavisinde önemli faydalar sağlamaktadır.
	Kalıtım	2	Ö13: Mendel’ in ortaya koyduğu kavramlar sayesinde, canlılarda özelliklerin ebeveynlerden yavrulara nasıl geçtiği anlaşılmıştır. Bu, genetik bilimine önemli katkılar sağlamıştır.
	Mendel	10	Ö4: Mendel’ in yaptığı çalışmaları biliyoruz. Bezelyelerle neden çalıştığını, yaptığı çaprazlamalar sonucunda hangi sonuçlara ulaştığını anlayabiliyoruz. Ö1: Mendel’ in çalışmaları ve elde ettiği başarıları anlatabilirim. Ö11: Mendel’ in çalışmaları bilime önemli katkı sağlamıştır.

“Genetik bilimi ve yapılan çalışmalar hakkında ne söyleyebilirsiniz?” sorusuna ilişkin analizlerde, ön testte öğrencilerin %80’inin konuya dair görüş belirtmediği, geri kalan kısmın ise sınırlı temalarda fikir sunduğu tespit edilmiştir. Ancak son testte öğrenciler Mendel, sağlık ve çağın ilerlemesi gibi çeşitli temalar üzerinden daha geniş kapsamlı değerlendirmelerde bulunmuştur.

Katılımcılara yöneltilen “Aşağıda verilen kalıtım kavramlarını kısaca tanımlayınız.” sorusuna verilen yanıtlar rubrik doğrultusunda puanlanmış, sonuçlar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7

“Aşağıda verilen kalıtım kavramlarını kısaca tanımlayınız.” Sorusuna Ait Ön Test Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

Puanlama	Kavramlar	Ön Test		Son Test	
		N	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$
Boş Puan (0)	Gen	4	-	-	-
	Alel	13	-	-	-
	Genotip	13	-	-	-
	Fenotip	14	-	-	-
	Saf Döl	13	-	-	-
	Melez Döl	13	-	-	-
	Baskın Alel	14	-	-	-
	Çekinik Alel	14	-	-	-
Yanlış Puan (1)	Gen	3	1	-	-
	Alel	2	1	2	1
	Genotip	2	1	5	1
	Fenotip	1	1	-	-
	Saf Döl	2	1	2	1
	Melez Döl	2	1	2	1
	Baskın Alel	1	1	2	1
	Çekinik Alel	1	1	4	1
Yarım Puan (2)	Gen	7	2	6	2
	Alel	-	-	5	2
	Genotip	-	-	5	2
	Fenotip	-	-	2	2
	Saf Döl	-	-	2	2
	Melez Döl	-	-	2	2
	Baskın Alel	-	-	3	2
	Çekinik Alel	-	-	5	2
Tam Puan (3)	Gen	1	3	9	3
	Alel	-	-	8	3
	Genotip	-	-	5	3
	Fenotip	-	-	13	3
	Saf Döl	-	-	11	3
	Melez Döl	-	-	11	3
	Baskın Alel	-	-	10	3
	Çekinik Alel	-	-	6	3

Kalıtım kavramlarına ilişkin bilgi düzeyini ölçen sorularda (“Gen”, “Alel”, “Genotip” vb.), ön testte öğrencilerin yalnızca “Gen” kavramı için sınırlı ölçüde doğru bilgiye sahip olduğu, diğer kavramlardan ise çoğunluğun ya bilgi sunmadığı ya da bilimsel açıdan yanlış bilgiler verdiği görülmüştür. Ancak etkinlik sonrasında öğrencilerin büyük çoğunluğunun her bir kavramı bilimsel açıdan doğru ve eksiksiz biçimde tanımlayabildiği belirlenmiştir.

Katılımcılara yöneltilen “Sizce canlılarda kalıtsal karakterler atalardan yavrulara nasıl aktarılır?” sorusuna verilen yanıtlara göre temalar belirlenmiş, sonuçlar Tablo 8’ de sunulmuştur.

Tablo 8

“Sizce canlılarda kalıtsal karakterler atalardan yavrulara nasıl aktarılır?” Sorusuna Ait Ön Test Son Test Puanlarının Betimsel İstatistik Sonuçları

	Temalar	f	Örnek Öğrenci Görüşleri
Ön Test	Döllenme	1	Ö13: Yumurta ve sperm birleştiğinde ataların özellikleri bebeğe geçiyor.
	Gen	2	Ö2: Anne ve babamızdan gelen genetik kodlar sayesinde oluşur ve bu kodlar bize aktarılır.
	Mitoz/Mayoz	2	Ö7: Mitoz sayesinde atalarımızdan aktarılır. Ö10: Mayoz bölünme
	Diğer	3	Ö1: Fikrim yok.
	DNA/DNA’nın Eşlenmesi	7	Ö12: Kalıtsal özellikler DNA molekülünde taşınır. Bu sayede kalıtsal özellikler yavrulara kopyalanarak aktarılır. Ö9: Atadan yavrulara kalıtsal özelliklerin aktarımı, hücredeki DNA’nın kendini eşlemesi ve eşlenen DNA’nın hücre bölünmesi yoluyla yavruya iletilmesiyle gerçekleşir.
Son Test	Üreme	1	Ö6: Canlılar çiftleşme sırasında genetik bilgilerini yavrulara aktararak, onların özelliklerinin oluşmasını sağlarlar.
	Kalıtım	1	Ö15: Bence kalıtım sayesinde aktarılır. Mendel’in çalışması bunu kanıtlamıştır.
	Çaprazlama	3	Ö8: Atalardan gelen alellerin çaprazlanması yoluyla kalıtsal özellikler yavrulara aktarılır.
	Gen	6	Ö14: Kalıtsal özellikler genlerle aktarılır. Ö3: Genler aracılığıyla aktarılır.
	Alel	9	Ö5: Yavrunun genotipi, yarısı anneden, yarısı babadan gelen alellerin birleşmesiyle oluşur. Baskın alel, fenotip üzerinde etkisini gösterir.

“Sizce canlılarda kalıtsal karakterler atalardan yavrulara nasıl aktarılır?” sorusuna verilen yanıtlar doğrultusunda yapılan tema analizinde, ön testte öğrencilerin ağırlıklı olarak DNA eşlenmesi, mitoz/mayoz gibi genel biyolojik süreçlere atıfta bulunukları; son testte ise alel, çaprazlama, kalıtım gibi daha spesifik ve konuyla doğrudan ilişkili kavramlara yöneldikleri görülmüştür.

Açık Uçlu Anket Soru Formundan Elde Edilen Bulgular

Açık uçlu anket verileri doğrultusunda öğrencilerin eğitsel oyun temelli etkinliklere yönelik algıları da değerlendirilmiştir.

Katılımcılara yöneltilen sorular ve sorulara verilen yanıtlara göre temalar belirlenerek sonuçlar Tablo 9’ da sunulmuştur.

Tablo 9

Öğrencilerin Sorulara Verdikleri Cevaplar

Sorular	Tema	f	Örnek Öğrenci Görüşleri
Mendel genetiği konusundaki kavramları öğrenirken yapılan etkinliklerin kalıcılığı artırdığını düşünüyor musunuz?	Güdüleyici	1	Ö3: Yaptığımız etkinliklerin, Mendel genetiği konusunu kalıcı olarak öğrenmemizde etkili olduğunu düşünüyorum. Çünkü etkinlikler sırasında eğlenerek öğrenme süreci daha verimli hale geliyor.
	Anlamli Öğrenme	4	Ö4: Yapılan etkinliklerin Mendel Genetiği konusunda kesinlikle etkili olduğunu düşünüyorum. Özellikle uygulamalı ve oyun şeklinde gerçekleştirilmesi, öğrenme sürecini oldukça olumlu yönde etkilemiştir. Normal ders anlatımına kıyasla bu tarz etkinliklerle konular daha iyi kavranmış ve öğrenme kolaylaşmıştır.
Etkinliklerin oyunlaştırılması, genetik kavramları öğrenmenize katkı sağlıyor mu?	Güdüleyici	2	Ö3: Evet, düşünüyorum. Çünkü genetik kavramları etkinlikler aracılığıyla öğrendiğimde derste daha çok eğlendim ve bilindiği gibi, eğlenceli geçen dersler daha verimli olur.
	Anlamli Öğrenme (Kalıcı/Kola y Öğrenme)	3	Ö1: Etkinliklerin oyunlaştırılmasının kavramları öğrenmemizde etkili olduğunu düşünüyorum. Çünkü oyunlar ve etkinlikler, zor görülen bu kavramları daha anlaşılır kılıyor ve kalıcılığı artırıyor.
Etkinliklerde gözlerinizi göz bandı/uyku bandı ile kapatarak boncukları kavanozlardan çekmenizin nedenini açıklayınız.	Genetik Çeşitlilik	1	Ö1: Etkinlikte gözlerimizi kapatmamızın nedeni, genetik çeşitliliğin nasıl oluştuğunu görmektir.
	Rastgele Seçim	4	Ö5: Gözlerimizi kapatmamızın nedeni, kromozomların kutuplara rastgele çekilmesini taklit etmektir. Böylece biz de boncukları rastgele seçiyoruz çünkü görme duyumuz devre dışı kalıyor.
Mendel genetiği ile ilgili karşılaştığınız problemleri çözmede bu etkinliklerin faydalı olduğunu düşünüyor musunuz?	Faydalı	5	Ö2: Etkinlik sırasında edindiğim bilgiler, konu hakkında oldukça faydalı oldu. Bu bilgiler sayesinde problemleri çözme becerisi kazandım. Ö4: Evet, konu etkinliklerle anlaşıldığı için karşılaştığımız problemlerde zorluk yaşamayacağımızı düşünüyorum.
Gerçekleştirilen etkinlikte en çok beğendiğiniz özellik nedir?	Oyunlaştırm a	3	Ö1: Yapılan etkinlikte, konunun oyunlaştırılarak anlatılması ve bu yöntemle öğretilmesi en çok beğendiğim yönü oldu.
	Uyku Bandı	1	Ö5: Etkinlik sırasında gözlerimize uyku bandı takmıştık. Arkadaşlarımın da uyku bandı takması çok komik görünüyordu ve onlara çok güldüm.
	Boncuklar	1	Ö2: Etkinliklerde en çok boncukların kullanılmasını beğendim. Bu yöntem hem öğrenmemi kolaylaştırdı hem de farklı olduğu için dikkatimi çekti.

Tablo 9

Devam

Sorular	Tema	f	Örnek Öğrenci Görüşleri
Bu etkinlikleri yapmayan arkadaşlarınıza kıyasla kendinizi hangi yönlerden şanslı görüyorsunuz?	Güdüleme	2	Ö2: Ders işlerken çok eğlendiğim ve güldüğüm için bu etkinlikler, öğretmenim ve arkadaşlarımla unutamayacağım bir anıya dönüştü. Ayrıca konuyu, etkinlik yapmadan öğrenen arkadaşlarıma göre çok daha hızlı ve etkili bir şekilde kavradım.
	Anlamli Öğrenme	3	Ö1: Kendimi diğer arkadaşlarımdan daha şansli hissediyorum çünkü konuyu daha somut bir şekilde kavradığımı düşünüyorum. Onlar dersi sadece geleneksel yöntemlerle işlerken, ben deney ve oyunlaştırma tekniğiyle konuyu hem görsel hem de uygulamalı olarak öğrendim ve bu sayede daha kalıcı bir öğrenme gerçekleştirdim.

Öğrencilerin eğitsel oyun temelli etkinliklere yönelik algıları incelendiğinde sorulara olumlu olarak nitelendirilebilecek yanıt verdikleri görülmüştür. Genel olarak yapılan etkinliklerin, ezberden uzak, kalıcılığı artırıcı, eğlenceli, problem çözme becerisini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmanın, temel amacı ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin Mendel genetiği konusuna yönelik olarak geliştirilen eğitsel oyun temelli “Üreyen Boncuklar” etkinliği aracılığıyla kavramsal başarılarını ve farkındalık düzeylerini incelemektir. Araştırmada geliştirilen “Üreyen Boncuklar” adlı eğitsel oyun temelli etkinliğin, sekizinci sınıf öğrencilerinin Mendel genetiği konusundaki kavramsal başarılarını ve farkındalık düzeylerini artırdığı belirlenmiştir. Öğrencilerin ön test-son test puanları arasındaki farklar, oyun temelli öğretimin öğrenme sürecine anlamlı katkı sunduğunu göstermektedir. Bulgular, öğrencilerin “bilimsel olarak doğru bilgi” düzeyinde artış; “eksik ama doğru bilgi” düzeyinde azalma ve “yanlış bilgi” düzeyinde belirgin düşüş sergilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, öğrencilerin Mendel genetiğine ilişkin temel kavramları (genotip, fenotip, alel, baskın, çekinik, saf ve melez döl) daha doğru biçimde tanımladığı ve bu kavramları bağlamsal olarak ilişkilendirme becerilerinin geliştiği görülmüştür. Bu bulgular, oyun temelli etkinliğin fen bilimleri eğitiminde etkili bir öğrenme stratejisi olduğunu destekleyen alanyazınla uyumludur.

Sousa vd.’nin (2023) oyun temelli öğrenmeye ilişkin sistematik derlemelerinde, masaüstü ve kart oyunlarının bilgi edinme, kavramsal öğrenme, problem çözme ve işbirlikli öğrenme gibi bilişsel süreçleri olumlu yönde etkilediği vurgulanmaktadır. Bu

sonuçlar, “Üreyen Boncuklar” oyununda öğrencilerin somut materyaller aracılığıyla kavramları yapılandırarak öğrenmelerini kolaylaştıran tasarım özellikleriyle benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education dergisinde yayımlanan “Teaching Genetics and Evolution with Cross-Scale Concepts: An Interactive Board Game for Secondary School Students” başlıklı çalışmada, masa oyunlarının genetik ve evrim konularındaki soyut kavramları somutlaştırarak öğrencilerin kavrayışını artırdığı bildirilmiştir. Bu çalışma, öğrencilerin genetik çaprazlamalar ve kalıtım modelleri gibi konuları somutlaştırılmış materyaller aracılığıyla daha iyi anladığını göstermiştir. Söz konusu bulgular, “Üreyen Boncuklar” etkinliğinde boncuk ve fanus gibi fiziksel nesnelerin kullanılmasıyla öğrencilerin kalıtım süreçlerini zihinsel olarak modelleme becerilerinin geliştiğini ortaya koyan sonuçlarla tutarlıdır.

Greenhalgh (2019), eğitsel oyunların tasarımında “oyun mekaniği ile öğrenme hedefi arasındaki uyumun” öğrenme başarısını doğrudan etkilediğini belirtmiştir. Bu açıdan bakıldığında, “Üreyen Boncuklar” oyununun kuralları ve oynanış biçimi, Mendel kalıtım ilkeleriyle doğrudan örtüştüğü için anlamlı öğrenmeye hizmet etmektedir. Ayrıca öğrencilerin oyunu eğlenceli, motive edici ve kalıcı öğrenmeyi destekleyici bulmaları, oyun temelli öğrenmenin duyuşsal boyuttaki katkılarını da göstermektedir. Benzer biçimde, Bareford vd.’nin (2022) çalışması da analog masa oyunlarının öğrenme motivasyonu ve katılım düzeyini artırdığını, özellikle fen ve matematik öğretiminde öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir.

Illingworth vd.’nin (2021) “Ten Simple Rules for Designing Analogue Science Games” başlıklı çalışması, oyunların öğretimsel etkililiği için gerekli tasarım ilkelerini (tematik uyum, geri bildirim, işbirliği ve somut temsil) ortaya koymuştur. Bu ilkeler, “Üreyen Boncuklar” oyununun tasarımında da gözlemlenmiştir. Oyunda kullanılan boncuklar, öğrencilerin genetik süreçleri gözle görülür biçimde takip etmesine olanak tanımış; bu da bilginin soyut düzeyden somut bir düzleme taşınmasına katkı sağlamıştır. Öğrencilerin “konunun artık daha akılda kalıcı olduğunu” ifade etmesi, öğrenmede çoklu duyuşsal katılımın önemini destekleyen alanyazınla paralellik göstermektedir (Wichaidit ve Wichaidit, 2023).

Martínez-Carmona vd. (2025), biyoloji eğitiminde gen ifadelerinin anlaşılmasında oyun temelli uygulamaların öğrencilerin bilişsel farkındalıklarını artırdığını ortaya koymuştur. Bu araştırma, özellikle oyunlaştırılmış analog etkinliklerin soyut biyolojik kavramları açıklamada etkili olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde, Becker (2014)

tarafından geliştirilen “Gene Rummy” adlı kart oyunu da Mendel genetiği konularında öğrencilerin kavram yanlışlarını azalttığını ve öğrenme kalıcılığını artırdığını göstermektedir. Bu sonuçlar, “Üreyen Boncuklar” oyununda öğrencilerin kavram tanımlarında gözlemlenen gelişmelerle doğrudan paralellik taşımaktadır.

Ulusal düzeyde yapılan çalışmalar da bu araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Yazıcıoğlu ve Çavuş-Güngören (2019) çalışmasında oyun temelli etkinliklerin öğrencilerin fen öğrenimine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmektedir. Çavuş ve Balçın’ın (2017) çalışmalarında da eğitsel oyun temelli etkinliklerine yönelik öğrenci görüşlerine yer verilmiş; öğrencilerin, bu oyunların öğrenmeyi kolaylaştırdığı, öğretici ve eğlenceli olduğu yönünde görüş bildirdikleri, ayrıca öğrencilerin büyük çoğunluğunun diğer derslerde de benzer etkinliklerin kullanılmasını istedikleri ifade edilmiştir. Benzer şekilde Coşkun vd.’nin (2012) araştırmalarında da eğitsel oyunların bilimsel hikâyeler içermesinin öğrenci başarısını artırdığı rapor edilmiştir. Önal ve Çeltekin (2023), oyun temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri dersinde öğrencilerin tutum ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğini, özellikle işbirlikli öğrenme ortamlarında anlamlı öğrenmenin güçlendiğini vurgulamıştır. Bu durum, öğrencilerin oyun esnasında birlikte düşünmeleri, tahmin yürütmeleri ve sonuçları karşılaştırmalarıyla elde ettikleri aktif öğrenme süreciyle örtüşmektedir. Ayrıca, analogik düşünme becerilerinin oyun sürecinde etkin biçimde kullanılması, Wichaidit ve Wichaidit’in (2023) oyunlarda analogi ve öğrenme etkileşimine ilişkin bulgularını desteklemektedir.

Ancak bu olumlu sonuçlara rağmen, eğitsel oyun tasarımında rekabetin etkisi de dikkate alınmalıdır. Chen vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, yarışma içermeyen grup öğrencilerinin daha dikkatli yönerge takibi nedeniyle yarışmacı gruptan daha yüksek performans gösterdiği belirtilmiştir. Bu bağlamda, eğitsel oyunların tasarımında etkileşim düzeyi ile bilişsel yük arasında denge kurulması önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, “Üreyen Boncuklar” oyunu; öğrencilerin soyut genetik kavramları somutlaştırarak öğrenmelerine, bilimsel kavramları doğru biçimde tanımlamalarına, kalıcı öğrenme gerçekleştirmelerine ve öğrenme sürecine aktif katılım göstermelerine olanak tanımıştır. Bu bulgular, oyun temelli etkinliklerin yalnızca eğlenceli etkinlikler değil, aynı zamanda derinlemesine öğrenmeyi destekleyen güçlü pedagojik araçlar olduğunu göstermektedir.

ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, fen öğretiminde özellikle genetik gibi soyut ve kavramsal düzeyi yüksek konuların öğretiminde eğitsel oyun temelli etkinliklerin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- Mendel genetiği gibi kavramsal karmaşıklığı yüksek konularda öğrencilerin öğrenme sürecini kolaylaştırmak amacıyla eğitsel oyunlar yaygın biçimde kullanılmalıdır. Öğrencinin etkin katılımını destekleyen bu tür uygulamalar, özellikle ortaokul düzeyindeki fen öğretiminde yer edinmelidir.
- Eğitsel oyunların içerik ve tasarımı oluşturulurken öğrenci görüş ve geri bildirimleri dikkate alınmalı, öğrencilerin ilgi alanlarına uygun dinamiklerle zenginleştirilmiş oyun ortamları kurgulanmalıdır.
- Araştırmada kullanılan etkinlik gibi, soyut biyolojik kavramların somut materyallerle desteklenmesi öğrencilerin anlamlandırma süreçlerini kolaylaştırmakta ve öğrenmenin kalıcılığını artırmaktadır. Bu nedenle fen öğretiminde daha fazla somut materyale dayalı etkinlik geliştirilmelidir.
- Öğretmenlerin eğitsel oyun geliştirme ve uygulama becerilerinin artırılması için öğretmen yetiştirme programlarında ve hizmet içi eğitimlerde eğitsel oyun tasarımı konularına yer verilmelidir.
- Bu çalışmanın yalnızca Mendel genetiği konusuna odaklanmış olması nedeniyle, farklı fen konularında (örneğin elektrik, maddenin yapısı, ekosistem vb.) ve farklı sınıf düzeylerinde eğitsel oyunların etkinliğini inceleyen deneysel ve karma yöntemli araştırmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Bareford, C., Kessler, A., & Jensen, M. (2022). *Applications of analog board game play in higher education teaching and learning: A systematic review*. Georgia Southern University Press.
- Becker, E. (2014). Gene Rummy: A card game about Mendelian genetics. *Advances in Biology Laboratory Education*, 35(21), 1-6.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (28. Baskı). Pegem Akademi.

- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin Company.
- Chen, C. H., Liu, J. H., & Shou, W. C. (2018). How competition in a game-based science learning environment influences students' learning achievement, flow experience, and learning behavioral patterns. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(2), 164-176.
- Coşkun, H., Akarsu, B., & Kariper, A. (2012). Bilim öyküleri içeren eğitsel oyunların fen ve teknoloji dersindeki öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 93-109.
- Çavuş, R., & Balçın, M. D. (2017). Fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen oyun etkinliklerine ilişkin öğrenci görüşleri: Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesi örneği. *Researcher*, 5(3), 323-341.
- Çırakoğlu, B. (2002). Genetik. *Bilim ve Teknik*, 3(5), 16-32.
- Gündüz, E., Yılmaz, M., & Çimen, O. (2016). MEB ortaöğretim 10. sınıf biyoloji ders kitabının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 414-430.
- Greenhalgh, S. (2019). The fun of its parts: Design and player reception of educational board games. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 19(3), 505-528.
- Illingworth, S., Wray, K., & Gray, S. (2021). Ten simple rules for designing analogue science games. *PLoS Computational Biology*, 17(7), e1009119. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009119>
- Jones, M., & Jones, G. (2003). *Biyoloji* (L. Bikem Süzen, Çev.). Birol Yayıncılık.
- Karasar, N. (2022). *Bilimsel araştırma yöntemi* (36. baskı). Nobel Akademik Yayıncılık
- Knippels, MCPJ (2002). *Biyoloji eğitiminde genetiğin soyut ve karmaşık doğasıyla baş etme: Yo-yo öğrenme ve öğretme stratejisi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Low, H. G., & Ellefson, M. (2024). Punnett farms: Developing an immersive educational game-based platform for learning genetics. *Simulation & Gaming*, 55(2), 302-322. <https://doi.org/10.1177/10468781231220728>
- Martínez-Carmona, M., Ayuso Fernández, G. E., Fernández-Díaz, M., Serrano-García, F.,

- & Plaza Griñán, A. (2025). A BreakoutEDU for understanding gene expression in high school: A case study. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 53(1), 46–56. <https://doi.org/10.1002/bmb.21863>
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018) *Fen öğretimi programı* <http://mufredat.meb.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Morgan, J.G., & Carter, B.M.E. (2019). *Biyoloji laboratuvarı araştırma kılavuzu* (E. Gündüz, Çev.). Palme Yayınevi.
- Önal, Ş., & Çelteç, M. (2023). Oyun temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri dersinde 5. sınıf öğrencileri üzerindeki etkisi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(2), 786–816. <https://doi.org/10.24315/tred.1067048>
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R.B. (2013). *Campbell biyoloji*. Palme Yayınevi.
- Sadava, D., Hillis, M.D., Heller, H.C., & Berenbaum, M.R. (2014). *Yaşam bilimi biyoloji*. (Çev. Editörler: Ertunç Gündüz, İsmail Türkan), Palme Yayınevi.
- Simon, E.J., Dickey, J.L., Hogan, K.A., & Reece, J.B. (2017). *Campbell temel biyoloji*. (Çeviri Editörleri: E. Gündüz, İ. Türkan), Palme Yayınevi.
- Sousa, C., Rye, S., & Torres, P. (2023). Playing at the school table: Systematic literature review of board, tabletop, and other analog game-based learning approaches. *Frontiers in Psychology*, 14, 1160591. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1160591>
- Wang, M., & Zheng, X. (2021). Using game-based learning to support learning science: A study with middle school students. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 30(2), 167–176. <https://doi.org/10.1007/s40299-020-00523-z>
- Wichaidit, P., & Wichaidit, D. (2023). Beyond play: The interplay of analogy and enjoyment in game-based learning. *International Journal of Pedagogical Research*, 2(3), 45–60. <https://doi.org/10.17583/ijpr.2023.123456>
- Yazıcıoğlu, S., & Çavuş-Güngören, S. (2019). Oyun temelli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmesine olan etkisini başarı, motivasyon, tutum ve cinsiyet değişkenlerine göre incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 389–413. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.584673>
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Diken, E. H., & Çimen, O. (2017). 8. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki biyoloji konularının bilimsel içerik açısından incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 17–35.
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Üçüncü, G., Karakaya, F., & Çimen, O. (2018). Sekizinci sınıf fen

bilimleri ders kitabındaki biyoloji konularının bilimsel içerik bakımından incelenmesi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2(2), 1-16.