T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

WEB DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN HÜCRE VE BÖLÜNMELER ÜNİTESİNDE ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARINA VE KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

Gamze Nur ÖZYURT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Danışman

Prof. Dr. Bayram COŞTU

Aralık, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

WEB DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN HÜCRE VE BÖLÜNMELER ÜNİTESİNDE ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARINA VE KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

Adı SOYADI tarafından hazırlanan tez çalışması 23.12.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bayram COŞTU
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Bayram COŞTU, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Hatice MERTOĞLU, Üye
Marmara Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Bayram COŞTU sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Web Destekli Öğretim Materyallerinin Hücre ve Bölünmeler Ünitesinde Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi " başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Gamze Nur ÖZYURT

İmza

Sevgili Aileme

ve

Öğrencilerime

TEŞEKKÜR

Öncelikle, hayatım boyunca varlığıyla bana güç veren ve beni ben yapan sevgili annem Nahide Özyurt'a, ilk öğretmenim olarak bana kazandırdığı değerler ve rehberliği için en derin teşekkürlerimi sunmak istiyorum. Onun sevgisi, sabrı ve yol göstericiliği, her zaman doğruyu bulmamda ve hedeflerime ulaşmamda bana ilham kaynağı oldu. Babam Kemal Özyurt'a, maddi ve manevi her zaman yanımda olduğu için, desteği ve güveni için minnettarım. Ablam Sinem Özyurt, sevgisi ve motivasyonuyla her zaman yanımda oldu; varlığı bana güç ve mutluluk verdiği için ona gönülden teşekkür ediyorum.

Akademik yolculuğumda bana rehberlik eden ve tez çalışmam boyunca her zaman yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Bayram Coştu 'ya teşekkür ederim. Ayrıca değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Aslı Görgülü Arı ve Doç. Dr. Hatice Mertoğlu'na, değerli yorum ve önerileriyle çalışmama katkıda bulundukları için şükranlarımı sunuyorum.

Tez sürecinde bana destek olan, yol gösteren ve bilgi paylaşımıyla katkıda bulunan tüm arkadaşlarıma teşekkür ediyorum. Ayrıca, bu çalışmamda bana ilham veren ve her zaman "iyi ki öğretmenim" diyebileceğim sevgili öğrencilerime de gönülden teşekkürlerimi sunuyorum.

Gamze Nur ÖZYURT

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ **ix**

KISALTMA LİSTESİ **x**

ŞEKİL LİSTESİ **xi**

TABLO LİSTESİ **xiii**

ÖZET **xv**

ABSTRACT **xvii**

1 GİRİŞ **1**

1.1 Literatür Özeti.....1

1.2 Tezin Amacı 3

1.3 Orijinal Katkı.....4

1.4 Araştırma Sorusu 5

1.5 Araştırmanın Varsayımları.....5

1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları 6

2 KAVRAMSAL ÇERÇEVE **7**

2.1 Web Destekli Öğrenme Ortamları 7

2.1.1 Web Destekli Materyaller……...7

2.1.2 Web Destekli Materyallerin Amaçları ve Eğitsel Potansiyeli…… 9

2.2 Eğitimde Web Destekli Materyallerin Kullanımı.....10

2.2.1 Web Destekli Materyallerin Fen Eğitimde Kullanımı…….11

2.3 Etkinlik Temelli Fen Öğretimi ve Dijital Araçlar.....12

2.4 Literatür Taraması.....15

2.4.1 Ulusal Çalışmalar…….15

2.4.2 Uluslararası Çalışmalar……..... 18

2.5 Kavramsal Çerçeve: Kavramsal Anlama 21

2.5.1 Fen Eğitiminde Kavram Yanılgıları ……..……...21

2.5.2 Kavramsal Anlama ……. 23

2.5.3 Web Destekli Etkinliklerin Kavramsal Anlamaya Katkısı …..…...25

3 YÖNTEM **27**

3.1 Araştırma Metodu.....27

3.2 Çalışma Grubu.....28

3.3 Veri Toplama Araçları 29

3.3.1 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi …… 29

3.3.2 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Kavram Karikatürleri ……...29

3.3.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu …… 30

3.4 Uygulama Süreci.....31

3.4.1 Mevcut Öğretim Programına ile Gerçekleştirilen Uygulama Süreci ……..……31

3.4.2 Mevcut Öğretim Programına Ek Olarak Web Destekli Öğretim Materyalleri ile Gerçekleştirilen Uygulama Süreci ……..…34

3.5 Verilerin Çözümlenmesi 50

3.5.1 Nicel Verilerin Analizi ……..…50

3.5.2 Nitel Verilerin Analizi ……..… 51

4 BULGULAR **55**

4.1 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testine Ait Bulgular.....55

4.1.1 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi Ön Test ve Son Test Puanlarının Yapısı ve Özelliklerine İlişkin Açıklamalar ……..… 55

4.1.2 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması ……..……...56

4.1.3 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi Son Test Puanlarının Karşılaştırılması ……..……...57

4.2 Hücre ve Bölünmeler Kavram Karikatürüne Ait Bulgular 59

4.2.1 Kavram Karikatürüne Ait Nitel Bulgular ……..…….. 59

4.2.2 Kavram Karikatürüne Ait Nicel Bulgular …….. 89

4.2.3 Kavram Yanılgıları Karşılaştırmalı Analiz Tabloları ……... 93

4.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere Ait Bulgular 110

4.3.1 Öğrencilerin Bilişsel Bilgiye İlişkin Bulguları ve Kavram Yanılgıları ……..…… 110

4.3.2 Deney Grubu Öğrencilerinin Web Destekli Materyal Kullanımına İlişkin Bulgular …….....115

5 SONUÇ **120**

5.1 Sonuç ve Tartışma 550

5.1.1 Hücre ve Bölünmeler Başarı Testine Ait Sonuç ve Tartışma ……120

5.1.2 Hücre ve Bölünmeler Kavram Karikatürüne Ait Sonuç ve Tartışm.……..122

5.1.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmeye Ait Sonuç ve Tartışma …… 125

5.2 Öneriler 558

KAYNAKÇA **131**

A HÜCRE VE BÖLÜNMELER ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ **148**

B HÜCRE VE BÖLÜNMELER ÜNİTESİ KAVRAM KARİKATÜRÜ **161**

C YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME SORULARI **166**

D ÖLÇEK İZİNLERİ **167**

E MEB ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ **169**

F ETİK KURUL İZNİ **170**

G MEVCUT ÖĞRETİM PROGRAMININ UYGULANDIĞI KONTROL GRUBUNA YÖNELİK HAZIRLANMIŞ DERS PLANLARI **171**

H WEB DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN UYGULANDIĞI DENEY GRUBUNA YÖNELİK HAZIRLANMIŞ DERS PLANLARI **131**

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **214**

SİMGE LİSTESİ

p	Anlamlılık Değeri
x̄	Aritmetik Ortalama
Sd	Serbestlik derecesi
ss	Standart sapma
t	testi
N	Toplam örneklem
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

AI	Yapay Zeka
AI-TPAB	Yapay Zeka Destekli Teknoloji Alan Bilgisi
APA	American Psychological Association
AR	Artırılmış Gerçeklik
EBA	Millî Eğitim Bakanlığı Eğitim Bilişim Ağı
CLAIS	Yapay Zeka Konuşmacıları ile İşbirlikli Öğrenme
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	Hyper Text Markup Language
KK	Kavram Karikatürü
LLM	Large Language Model
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STEM	Science, Technology, Engineering, Math

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1 Cells Unit: Modeling Cell Structure and Function.....**35**
Şekil 3.2 LearningApps ve Wordwall sitesinde bulunan hücrenin temel kısımları ile ilgili oyunlar.....**36**
Şekil 3.3 Sketchfab hücrenin organelleri modeli.....**36**
Şekil 3.4 Eduhol sitesi hücrenin organelleri testi.....**37**
Şekil 3.5 Quiver uygulaması AR kağıtları.....**38**
Şekil 3.6 Quiver uygulaması 3D Modeller.....**38**
Şekil 3.7 Sketchfab sitesi hayvan ve bitki hücresi modeli.....**39**
Şekil 3.8 Labxchane sitesi DNA: The Double Helix.....**40**
Şekil 3.9 Learningapps ve Wordwall sitesi hücreden organizmaya ve DNA etkinliği.....**40**
Şekil 3.10 Eduhol sitesi bitki ve hayvan hücresi çalışma kâğıdı.....**41**
Şekil 3.11 Fen Aktivite sitesi hücre ve organelleri büyük risk oyunu.....**41**
Şekil 3.12 Fen Aktivite sitesi hücre ve organelleri kader kısmet oyunları.....**42**
Şekil 3.13 Sketchfab sitesi mitozun aşamaları modeli.....**43**
Şekil 3.14 Eduhol sitesi mitoz bölünme etkinliği.....**44**
Şekil 3.15 Eduhol sitesi mitoz testi.....**44**
Şekil 3.16 Learningapss sitesi mitoz bölünme etkinlikleri.....**45**
Şekil 3.17 Wordwall sitesi mitoz bölünme etkinlikleri.....**45**
Şekil 3.18 Fen Aktivite sitesi mitoz bölünme yarışması.....**46**
Şekil 3.19 Sketchfab sitesi mayoz I aşamaları modeli.....**46**
Şekil 3.20 Sketchfab sitesi mayoz II aşamaları modeli.....**47**
Şekil 3.21 Fen Burada sitesi mayoz bölünme etkinlik kâğıdı.....**47**
Şekil 3.22 Eduhol sitesi mayoz bölünme oyunu.....**48**
Şekil 3.23 Sketchfab sitesi mitoz ve mayoz bölünme şeması.....**48**
Şekil 3.24 Eduhol sitesi mayoz- mitoz farkları oyunları.....**48**
Şekil 3.25 Learningapps sitesi mayoz-mitoz farkları oyunları.....**49**
Şekil 3.26 Wordwall sitesi mitoz ve mayoz etkinlikleri.....**49**

Şekil 3.27 Fen Aktivite sitesi hücre ve bölünmeler ünitesi testleri.....**50**
Şekil 4.1 1.Kavram karikatürü.....**59**
Şekil 4.2 2.Kavram karikatürü.....**62**
Şekil 4.3 3.Kavram karikatürü.....**66**
Şekil 4.4 4.Kavram karikatürü.....**69**
Şekil 4.5 5.Kavram karikatürü.....**73**
Şekil 4.6 6.Kavram karikatürü.....**76**
Şekil 4.7 7.Kavram karikatürü.....**80**
Şekil 4.8 8.Kavram karikatürü.....**83**
Şekil 4.9 9.Kavram karikatürü.....**86**

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Kavram testinde yer alan iki aşamalı soruların analizinde kullanılan kriterler ve puanlar **52**

Tablo 4.1 Deney ve kontrol gruplarının hücre ve bölünmeler ünitesi başarı testi ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler **55**

Tablo 4.2 Deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin Mann- Whitney U Testi sonuçları **57**

Tablo 4.3 Deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin Mann- Whitney U Testi sonuçları **58**

Tablo 4.4 1. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **60**

Tablo 4.5 2. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **63**

Tablo 4.6 3. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **67**

Tablo 4.7 4. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **70**

Tablo 4.8 5. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **73**

Tablo 4.9 6. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **77**

Tablo 4.10 7. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **80**

Tablo 4.11 8. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **84**

Tablo 4.12 9. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) **87**

Tablo 4.13 KK ön ve son uygulamasına ait Shapiro-Wilk Normallik Test bulguları **89**

Tablo 4.14 Deney grubunun KK'nin ön ve son test puanlarının Bağımlı Grup t-testi ile karşılaştırılması **90**

Tablo 4.15 Kontrol grubunun KK'nin ön ve son test puanlarının Bağımlı Grup t-testi ile karşılaştırılması **91**

Tablo 4.16 Deney ve kontrol grubunun KK'nin ön test puanlarının Bağımsız Grup t testi ile karşılaştırılması **92**

Tablo 4.17 Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KK son test puanlarının Bağımsız Grup t- testi ile karşılaştırılması **92**
Tablo 4.18 1. Karikatür kavram yanılgısı analizi **93**
Tablo 4.19 2. Karikatür kavram yanılgısı analizi **95**
Tablo 4.20 3. Karikatür kavram yanılgısı analizi **97**
Tablo 4.21 4. Karikatür kavram yanılgısı analizi **98**
Tablo 4.22 5. Karikatür kavram yanılgısı analizi **100**
Tablo 4.23 6. Karikatür kavram yanılgısı analizi **102**
Tablo 4.24 7. Karikatür kavram yanılgısı analizi **104**
Tablo 4.25 8. Karikatür kavram yanılgısı analizi **105**
Tablo 4.26 9. Karikatür kavram yanılgısı analizi **107**
Tablo 4.27 Öğrencilerin hücre kısımları ve görevlerine ilişkin cevapları **110**
Tablo 4.28 Öğrencilerin organizasyon basamaklarına ilişkin cevapları **112**
Tablo 4.29 Öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmelerine ilişkin cevapları **113**
Tablo 4.30 Deney grubu öğrencilerinin teknoloji kullanım yeterlilikleri ve rahatlık düzeyi **115**
Tablo 4.31 Web destekli materyallerin öğrenme sürecine etkisi **116**
Tablo 4.32 Motivasyon düzeyi, güçlükler ve çözüm yolları **118**

ÖZET

Web Destekli Öğretim Materyallerinin Hücre ve Bölünmeler Ünitesinde Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi

Gamze Nur ÖZYURT

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Bayram COŞTU

Modern eğitimde bilgi teknolojileri, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını güçlendirmede önemli olanaklar sunmaktadır. Bu araştırma, web destekli öğretim materyallerinin 7. sınıf öğrencilerinin "Hücre ve Bölünmeler" ünitesindeki akademik başarıları ve kavramsal anlamaları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma, 2024-2025 öğretim yılında, 31 deney ve 31 kontrol grubu olmak üzere toplam 62 öğrenci ile yürütülmüştür. Kontrol grubunda dersler mevcut öğretim programına göre işlenirken, deney grubunda web destekli öğretim materyalleri kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak "Hücre ve Bölünmeler Kavram Karikatürü" ile "Hücre ve Bölünmeler Başarı Testi" kullanılmış; ayrıca kavramsal anlamaları derinlemesine incelemek için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Nicel verilerin analizinde SPSS programı aracılığıyla Mann–Whitney U testi ve t-testi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırma bulguları, deney grubunun akademik başarı puanlarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde

yüksek olduğunu göstermiştir. Kavram karikatürleri ve görüşme analizleri sonucunda; kontrol grubundaki kavram yanılgılarının devam ettiği, deney grubunda ise bu yanılgıların büyük oranda giderildiği saptanmıştır. Web destekli materyallerin öğrencilerin öğrenmelerini sağlam temellere dayandırdığı, derse katılımı, motivasyonu ve ilgiyi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu çalışma, eğitimcilere akademik başarıyı artırma ve kavram yanılgılarını önlemede web destekli materyallerin kullanımı konusunda rehberlik edecek niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Hücre ve bölünmeler, web materyalleri, fen bilimleri, interaktif eğitim

ABSTRACT

The Effect Of Web-Supported Teaching Materials On Middle School Students' Academic Achievement And Conceptual Understanding In The Unit Cells And Division

Gamze Nur ÖZYURT

Department of Mathematics and Science Education
Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Bayram COŞTU

In modern education, information technologies offer significant opportunities to strengthen students' conceptual understanding. This research was conducted to examine the effect of web-supported instructional materials on the academic achievement and conceptual understanding of 7th-grade students in the "Cells and Divisions" unit. A quasi-experimental design with a pre-test-post-test control group was used in the study. The research was conducted with a total of 62 students, 31 in the experimental group and 31 in the control group, during the 2024-2025 academic year. While lessons in the control group were taught according to the existing curriculum, web-supported instructional materials were used in the experimental group. The "Cells and Divisions Concept Cartoon" and the "Cells and Divisions Achievement Test" were used as data collection tools; semi-structured interviews were also conducted to examine conceptual understanding in depth. Mann-Whitney U test and t-test methods were used in the analysis of quantitative data via the SPSS program. The research findings showed that the academic achievement scores of the experimental group were significantly higher than those

of the control group. Based on the analysis of the concept cartoons and interviews; It was found that misconceptions persisted in the control group, while these misconceptions were largely eliminated in the experimental group. Web-supported materials were determined to have a solid foundation for students' learning, positively influencing their participation, motivation, and interest in the lesson. This study will guide educators on the use of web-supported materials to improve academic achievement and prevent misconceptions.

Keywords: Cell and division, web materials, science, interactive education

1
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

21.yüzyıl, teknolojideki çığır açan gelişim ve değişimlerle tanımlanan bir dönemdir. Bu değişimler, dijital iletişim araçlarının ve internetin yoğun kullanımını beraberinde getirerek kuşaklar arasında belirgin farklılıklara yol açmıştır. Bu değişimler, yeni bir kültürü ortaya çıkarmış; ancak, bu kültürü benimsemekte bazı kuşakları kolaylaştırırken, diğerlerini zorlamıştır. Prensky (2001), bu kuşak farklılığını "dijital yerli" ve "dijital göçmen" kavramlarıyla açıklamıştır. Bu kavramlar, teknolojiyle doğan ve ona adapte olan dijital yerlileri, teknolojiyle sonradan tanışan ve bu ortama uyum sağlamaya çalışan dijital göçmenlerden ayırmaktadır.

Eğitim teknolojileri, öğrenme-öğretme sürecini etkileyerek öğretimde çığır açan değişimlere neden olmuştur (Hussain, Qureshi & Malik, 2024). Bu değişimler, bilgiyi öğrencilere doğrudan aktaran öğretimden, öğrencilerin öğretmen rehberliğinde birlikte yapılandırdığı bir sürece evrilmiştir (Bach & Thiel, 2024). Bu evrim, etkili ve kalıcı öğrenme süreçleri için önemli bir adımdır. Eğitim teknolojileri, içeriği daha çekici hale getirme, öğrenci ve öğretmenin etkin bir şekilde katıldığı bir öğretim süreci sağlama ve daha somut bilgiler elde etme konularında önemli bir rol oynamaktadır (Hess & Tremblay, 2024). Web 2.0 araçları, öğretmenlere ve öğrencilere bir dizi avantaj sunarak eğitimde daha fazla kullanılmaktadır. Bu araçlar, bilgiye hızlı erişim, bilgi paylaşımı, görsel ve işitsel öğrenme ortamları oluşturma, öğretimde dönüt ve değerlendirme yapma yeteneği gibi avantajlar sağlar (Anon., 2015). Bu araçlar, öğrencilerin daha etkili, etkileşimli ve zengin bir öğrenme deneyimi yaşamasına yardımcı olur. Literatürde bu araçların etkisini inceleyen güncel çalışmalar; Web 2.0 tabanlı etkinliklerin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini, eleştirel düşünme eğilimlerini ve yaşam boyu öğrenme motivasyonlarını önemli ölçüde desteklediğini ortaya koymaktadır (Erden, 2024).

Benzer şekilde, Kahoot! gibi Web 2.0 uygulamalarının öğrencilerin motivasyonunu ve öğrenme kalıcılığını artırdığı görülmüştür (Usta, 2024).

Fen eğitimi, öğrencilere bilimsel düşünce, gözlem yapma, hipotez kurma ve deneysel çalışmalar gibi temel becerileri kazandırmayı amaçlayan kritik bir alanı kapsar. Geleneksel sınıf ortamlarının ötesine geçen teknolojik ilerlemeler, fen eğitimini dönüştürmekte ve öğrencilere interaktif ve etkileşimli öğrenme fırsatları sunmaktadır. Bu dönüşümde, web destekli materyallerin rolü önemli bir yer tutmaktadır. Web destekli materyaller, internet üzerinden erişilebilen ve öğrencilere fen konularını keşfetme, interaktif simülasyonlarla çalışma ve çeşitli kaynaklara erişme olanağı tanıyan dijital araçlardır (Filimban, 2005). Bu materyaller, öğrencilere kendi öğrenmelerini kontrol etme ve daha derinlemesine anlam geliştirme fırsatı sunarak geleneksel öğrenme yöntemlerine kıyasla daha etkili bir öğrenme deneyimi sağlamaktadır. Web destekli materyaller, soyut kavramları görselleştirme imkânı sağlar. Öğrenciler, canlandırmalar ve interaktif grafikler aracılığıyla soyut fen prensiplerini anlama şansına sahip olurlar (Smith & Krajcik, 2005). Web destekli materyaller, öğrencilere fen kavramlarını kendi hızlarında keşfetme olanağı tanır. Simülasyonlar ve deney setleri, öğrencilere deneyim odaklı öğrenme fırsatı sunar (Mayer, 2009). Web destekli materyaller, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yönlendirmelerine ve ilgi alanlarına göre derinlemesine çalışmalarına olanak tanır (Hwang et al., 2008).

Fen eğitimi, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflerken, geleneksel öğretim yöntemlerinin sınırlamaları, özellikle soyut kavramların öğrenilmesinde zorluklara yol açmaktadır. Bu bağlamda, web tabanlı materyallerin kullanımı, öğrencilerin soyut fen kavramlarını daha somut ve etkileşimli bir şekilde öğrenmelerine olanak tanımaktadır. Özellikle "Hücre ve Bölünmeler" gibi karmaşık biyolojik konular, bu dijital araçlar sayesinde daha anlaşılır hale gelmektedir (Küçükkeskin, 2024). Bu konuda yapılan araştırmalar, mobil telefon uygulamaları, artırılmış gerçeklik ve Web 2.0 araçlarıyla desteklenmiş öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını, bilimsel tutumlarını ve farkındalık düzeylerini anlamlı derecede artırdığını göstermektedir (Kılıç, 2024). Özellikle Mobil Artırılmış Gerçeklik (MAG) uygulamalarının öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırdığı, dersi daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirdiği belirtilmektedir (Güngör Kuş, 2023).

"Hücre ve Bölünmeler" konusu, biyoloji öğreniminde temel bir konu olup, öğrencilerin biyolojiyle ilgili temel kavramları anlamalarını sağlamak adına kritik bir öneme sahiptir (Küçükkeskin, 2024). Ancak, bu konudaki öğrenci başarısızlıkları ve kavram yanılgıları, biyoloji eğitimini zorlaştırmaktadır. Geleneksel öğretim yöntemlerinin yetersiz kalması ve öğrencilerin soyut kavramları anlamakta zorlanması, "Hücre ve Bölünmeler" ünitesindeki kavram yanılgılarını artırabilmektedir.

Öğrenciler arasında yaygın olarak görülen bu kavram yanılgıları, genellikle hücre bölünmesi süreçlerinin karmaşıklığı ve soyutluğuyla ilişkilidir. Hücre çoğalması, mitoz ve mayoz bölünme gibi temel kavramlar, öğrencilerin genellikle karıştırdığı veya eksik anladığı alanlar arasındadır. Bu durum, öğrencilerin biyolojik süreçleri eksik veya yanlış kavramalarına neden olabilir, bu da bilimsel anlayışlarını olumsuz etkileyebilir ve temel kavramları doğru bir şekilde öğrenmelerini engelleyebilir.

Web destekli öğretim materyalleri, kavram yanılgıları ve öğrenme güçlüklerinden kaynaklanan bu problem durumuna çözüm olarak öne çıkmaktadır. Nitekim son yıllarda yapılan çalışmalar, LearningApps gibi uygulamaların (Şahin, 2022) ve özel olarak geliştirilen üç boyutlu (3D) hücre modelleri ile animasyonlar içeren Web 2.0 araçlarının (Tosun, 2025) soyut ve karmaşık konuların öğrenilmesinde oldukça etkili bir strateji olduğunu hem akademik başarıyı hem de bilişsel becerileri artırdığını kanıtlamıştır. Ancak, bu materyallerin "Hücre ve Bölünmeler" ünitesindeki kavram yanılgılarını giderme konusundaki etkileri henüz yeterince araştırılmamıştır. Bu noktada, web destekli öğretim materyallerinin bu kavram yanılgılarını azaltmada ne kadar etkili olduğunu değerlendirmek, araştırmanın odak noktasını oluşturmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı, “Hücre ve Bölünmeler” ünitesinde web destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin akademik başarılarını ve kavramsal anlamalarına etkisini incelemektir.

1.3 Orijinal Katkı

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, eğitim süreçlerinde yeni öğrenme ortamlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Bu gelişmeler, özellikle fen bilimleri öğretiminde soyut kavramların somutlaştırılması ve kavram yanılgılarının azaltılması açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (Çepni, 2019; Şahin & Yıldırım, 2020). Fen bilimleri alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde, web destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği yönünde bulguların olduğu görülmektedir (Orhan & Durak Men, 2018; Kaya & Karakuş, 2021). Ancak literatürde, ortaokul 7. sınıf "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde web destekli öğretim materyallerinin hem akademik başarı hem de kavramsal anlama ve kavram yanılgılarının giderilmesi üzerindeki etkisini doğrudan inceleyen araştırmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu araştırma söz konusu boşluğu doldurmaya yönelik olarak planlanmıştır.

Araştırmanın özgün yönlerinden biri, web destekli öğretim materyallerinin yalnızca akademik başarı üzerindeki etkisinin değil aynı zamanda öğrencilerin kavramsal anlamalarına olan yansımalarının da birlikte ele alınmış olmasıdır. Daha önceki çalışmalar çoğunlukla başarı testleriyle sınırlı kalırken (Özdemir, 2017), bu çalışmada kavram karikatürleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla öğrencilerin kavram yanılgıları ayrıntılı biçimde ortaya konmuştur. Böylece, web destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin yanlış anlamalarını ne ölçüde giderdiği hem nicel hem nitel bulgularla desteklenmiştir.

Araştırmada kullanılan materyallerin çeşitliliği de literatüre katkı sağlamaktadır. Fen Aktivite, Eduhol, Quiver, LearningApp ve Wordwall gibi farklı platformların derslerde birlikte kullanılması, öğrencilerin çoklu öğrenme ortamlarından faydalanmasına imkân tanımıştır. Bu yönüyle çalışma, web destekli öğretim materyallerinin fen bilimleri öğretimine entegrasyonunda bir model önerisi niteliği taşımaktadır. Ayrıca materyallerin öğrencilerin günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerini ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmedeki etkileri de araştırma kapsamında incelenmiş, bu boyut daha önce sınırlı sayıda çalışmada ele alınmıştır (Karslı, 2023).

Araştırmanın bir diğer özgün katkısı yöntemsel düzeydedir. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak nicel veriler toplanmış, elde edilen veriler Mann–Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin kavramsal anlamalarını daha derinlemesine incelemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler uygulanmış ve nitel veriler içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Bu durum, karma yöntem yaklaşımının güçlü yönlerinden yararlanılarak fen eğitimi araştırmalarına bütüncül bir bakış açısı kazandırmıştır (Creswell, 2017).

Tüm bu yönleriyle bu çalışma, literatürde sınırlı sayıda ele alınan "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde web destekli öğretim materyallerinin hem akademik başarı hem kavramsal anlama hem de kavram yanılgılarının giderilmesine olan etkisini birlikte incelemesiyle özgün bir katkı sunmaktadır. Ayrıca araştırma, fen eğitimi alanında web tabanlı öğretim materyallerinin etkin kullanımına yönelik uygulamalı bulgular sağlayarak hem araştırmacılar hem de öğretmenler için yol gösterici bir kaynak oluşturmaktadır.

1.4 Araştırma Sorusu

Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır;

1. Web destekli öğretim materyallerin hücre ve bölünmeler ünitesinde kavramsal anlamaya etkisi var mıdır?

2. Web destekli öğretim materyallerin hücre ve bölünmeler ünitesinde akademik başarıya etkisi var mıdır?

3. Deney grubu öğrencilerinin web destekli öğretim materyalleri ile yapılan fen bilimleri öğretimi sürecine yönelik görüşleri nasıldır?

1.5 Araştırmanın Varsayımları

- Araştırma ortamlarının birbirinden farklı olmadığı, araştırmanın güvenirliliğini düşürecek hiçbir engelin olmadığı varsayılmıştır.
- Araştırmaya katılan öğrencilerin testlerdeki sorularını birbirlerinden etkilenmeden, tarafsız ve içtenlikle yanıtladıkları varsayılmıştır.

- Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrencinin düşüncelerini farklı yere yöneltecek etkenlerin olmadığı, araştırmacının her iki grup için uygulamada tarafsız davrandığı varsayılmıştır.

1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma 2024-2025 eğitim öğretim yılında, İstanbul/ Bağcılar ilçesinde bir devlet okulunda okuyan 7. Sınıf kademesindeki öğrencilerle gerçekleştirilmiş olup bu kademedeki öğrencilerden elde edilen veriler ile sınırlandırılmıştır.
- Araştırma 7. Sınıf fen bilimleri dersinin 2. Ünitesi olan "Hücre ve Bölünmeler" ünitesi kapsamında sınırlandırılmıştır.
- Araştırma süresi 4 hafta ve haftada 4'er saat ile sınırlandırılmıştır

2
KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın amacı, web destekli öğretim materyallerinin 7. sınıf "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermeye olan etkisini kavramsal değişim yaklaşımı çerçevesinde değerlendirmektir. Bu doğrultuda, bölümde öncelikle web destekli öğrenme ortamları ve bu ortamlarda kullanılan materyallerin özellikleri, amaçları ve eğitsel potansiyeli ele alınmıştır. Daha sonra eğitimde web destekli materyallerin kullanımı, özellikle fen eğitimindeki uygulamaları ve etkinlik temelli öğretim ile dijital araçların rolü incelenmiştir. Bölüm ayrıca ulusal ve uluslararası literatür bulgularını özetlemekte ve kavramsal çerçevede kavram yanılgıları, kavramsal değişim modeli ile web destekli öğretim materyallerin kavramsal değişime katkısını değerlendirmektedir.

2.1 Web Destekli Öğrenme Ortamları

2.1.1 Web Destekli materyaller

İnternet aracılığıyla sunulan dijital eğitim içerikleri, web destekli materyaller olarak tanımlanmakta olup, öğretme ve öğrenme sürecini destekleyici araçlar arasında yer alır (Demirkan, 2019). Öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uyum sağlayabilen bu materyaller, öğrenme sürecinin kişiselleştirilmesine katkı sunmaktadır. Web destekli materyaller, öğrencilere kendi hızlarında çalışma ve öğrenme imkânı tanıyarak öğrenmeyi bireyselleştirme potansiyeli sunar. Bu materyaller, öğrencilere coğrafi konumlarından bağımsız olarak erişim sağlar, bu da öğrenme kaynaklarına daha geniş bir kitleye ulaşma avantajı kazandırır. Ayrıca, interaktif öğeler sayesinde öğrencilerin etkileşimde bulunma ve içeriği daha derinlemesine anlama şansı elde etmelerini destekler. Web destekli materyaller, güncellenmiş ve dinamik içerik sunma esnekliği ile güncel bilgileri içerir. Bu materyallerin kullanımı, öğrencilere öğrenme süreçlerini daha etkili bir şekilde yönetme ve öğrenme materyallerine daha hızlı erişme olanağı tanır. Web destekli materyaller, öğretmenlere çeşitli öğrenme araçları ve platformları aracılığıyla öğrencileri destekleme ve değerlendirme imkânı

sağlar. Ancak, bu materyallerin etkili kullanımı için öğretmenlerin dijital yeterliliklerini artırmak ve öğrencilere rehberlik etmek önemlidir (Smith, 2018; (Staneviciene, 2025).

Web 1.0'da internet kullanıcısı ile web sitesi arasında ilişki tek taraflıdır. Kullanıcı, sadece sitenin okuyucusu olarak bilgi alabilir; pasiftir. Müdahalede ise kullanıcı web sitesindeki içeriğe müdahale edebilir, etkileşime girebilir ve içerik ekleyebilir. Web 2.0'da kullanıcı aktif ve iletişim iki yönlüdür. Web 3.0 ise makinelerin de birbiriyle etkileşim kurabildiği bir çeşit yapay zekâ ortamını hedeflemektedir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, web destekli materyallerin yalnızca bilgiye erişimi kolaylaştırmakla kalmadığını, aynı zamanda öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve akademik başarısını artırdığını ortaya koymuştur (Horzum & Canan, 2020; Schophuizen et al., 2021). Özellikle STEM alanlarında yapılan deneysel çalışmalar, web tabanlı içeriklerin kavram yanılgılarının azaltılmasında etkili olduğunu göstermektedir (Çalık & Simsek, 2022). Öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerine olanak tanıması, onların öğrenme süreçlerine daha aktif katılımını sağlamakta ve kalıcı öğrenmeyi desteklemektedir (Aydin & Kaya, 2021).

Bununla birlikte, web destekli materyallerin kullanımı öğretmenlerin pedagojik ve dijital yeterliliklerini de gündeme getirmektedir. Öğretmenlerin bu materyalleri sınıf içi ve sınıf dışı etkinliklerle bütünleştirmesi, öğrenme sürecinin etkililiğini artırmaktadır (Redecker & Punie, 2017). Günümüzde Web 3.0 teknolojilerinin getirdiği yapay zekâ, öğrenme analitikleri ve kişiselleştirilmiş içerik sunma özellikleri sayesinde, web destekli materyaller yalnızca bilgi aktaran araçlar değil, aynı zamanda öğrenme süreçlerini yönlendiren rehberler haline gelmiştir (Siemens, 2019; Holmes et al., 2021). Diğer yandan, web destekli materyallerin sunduğu esneklik, öğrenciler arasında öğrenme fırsat eşitliğini desteklemekte, özellikle dezavantajlı bölgelerdeki öğrencilerin kaliteli eğitim materyallerine erişimini kolaylaştırmaktadır (OECD, 2021). Bu durum, eğitimde fırsat eşitliğinin sağlanmasına yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Ancak, dijital uçurum hâlâ bir sorun teşkil etmektedir. İnternet erişimi olmayan ya da dijital okuryazarlığı düşük öğrenciler için bu materyallerin etkin kullanımı sınırlı kalabilmektedir (Van Deursen & Helsper, 2018; Selwyn, 2022).

2.1.2 Web Destekli Materyallerin Amaçları ve Eğitsel Potansiyeli

Web destekli materyallerin temel amacı, öğrenme ve öğretme süreçlerini daha etkili, esnek ve kişiselleştirilebilir hale getirmektir. Bu materyaller, öğrencilere sadece bilgi sunmakla kalmaz, aynı zamanda onların öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarını teşvik eder. Etkileşimli yapıları sayesinde öğrencilerin dikkatini çekmekte, bilişsel süreçlerini harekete geçirmekte ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırmaktadır (Anderson & Dron, 2019; Korkman & Metin, 2021).

Geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olarak, web tabanlı içerikler öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uyum sağlamayı hedefler. Bu durum, öğrenme sürecinin öğrencinin ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesine olanak tanır. Nitekim yapılan araştırmalar, kişiselleştirilmiş web materyallerinin öğrencilerin akademik başarısını anlamlı düzeyde artırdığını ortaya koymaktadır (Johnson, 2019; Lee & Hung, 2020). Ayrıca, öğrencilerin kendi hızlarında ilerlemeleri, öğrenmeye yönelik motivasyonlarını da olumlu yönde etkilemektedir (Ng, 2012).

Web destekli materyallerin bir diğer amacı, coğrafi ve mekânsal sınırlılıkları ortadan kaldırarak eğitime erişimi daha geniş kitlelere ulaştırmaktır. Özellikle kırsal bölgelerde veya farklı sosyo-ekonomik koşullara sahip öğrenciler için çevrimiçi materyaller, eğitimde fırsat eşitliğini destekleyen önemli bir araçtır (OECD, 2021; Selwyn, 2022). Bununla birlikte, bu materyallerin sunduğu erişim imkânları, uluslararası düzeyde de farklı kültürlerden öğrenciler arasında iş birliği ve bilgi paylaşımı yapılmasına olanak tanımaktadır (Redecker & Punie, 2017).

Eğitsel potansiyel açısından web tabanlı materyaller, yalnızca bireysel öğrenmeyi değil, aynı zamanda işbirlikli öğrenme süreçlerini de destekler. Öğrenciler, sanal sınıf ortamlarında grup tartışmalarına katılabilir, ortak projeler geliştirebilir ve akranlarından geri bildirim alabilirler. Bu yönüyle web tabanlı materyaller, sosyal öğrenme teorisini dijital ortamda hayata geçirmekte ve 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına katkıda bulunmaktadır (Siemens, 2019; Holmes et al., 2021). Web destekli materyallerin eğitsel potansiyeli yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı değildir. Bu materyaller, kavram yanılgılarının giderilmesinde, problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde ve üst düzey düşünme becerilerinin desteklenmesinde de önemli rol oynamaktadır. Türkiye'de yapılan son çalışmalar, web tabanlı etkinliklerin özellikle fen bilimleri alanında öğrencilerin kavramsal

anlamalarını güçlendirdiğini ve yanlış öğrenmeleri azalttığını göstermektedir (Çalık & Simsek, 2022; Aydın & Kaya, 2021).

2.2 Eğitimde Web Destekli Materyallerin Kullanımı

Web destekli materyaller, eğitimde bilgiye erişimi kolaylaştıran ve öğrenme sürecini zenginleştiren önemli araçlardır. Bu materyallerin kullanımı, öğretim yöntemlerinin ve öğrenme süreçlerinin dönüştürülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Web destekli eğitim materyalleri, öğrencilere esneklik sağlayarak zamandan ve mekândan bağımsız öğrenme imkânı sunar. Özellikle çevrimiçi dersler, e-kitaplar, eğitim videoları ve interaktif simülasyonlar, öğrenme deneyimini daha etkileşimli ve çekici hale getirir.

Uluslararası literatürde, web destekli materyallerin etkili kullanımı üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin, Allen ve Seaman (2017), çevrimiçi öğrenmenin yaygınlaşmasının geleneksel eğitim yöntemlerine kıyasla daha esnek ve erişilebilir olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, Means ve arkadaşları (2010), web destekli eğitimin, özellikle hibrit modellerde, öğrencilerin başarılarını artırdığını belirtmektedir.

Türk eğitim sisteminde de web destekli materyallerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) Eğitim Bilişim Ağı (EBA) projesi, bu alandaki önemli bir girişimdir. EBA, öğrencilere ve öğretmenlere geniş bir dijital içerik havuzu sunarak eğitimde teknolojinin etkin kullanımını sağlamaktadır. Bu sayede, öğrenciler ders içeriklerine internet üzerinden erişebilmekte ve kendi öğrenme hızlarına göre ilerleyebilmektedirler.

Web destekli materyallerin kullanımı, öğretmenler için de birçok avantaj sunar (Bonk &Graham, 2012). Öğretmenler, çeşitli dijital araçlar ve kaynaklar kullanarak derslerini daha ilgi çekici hale getirebilirler. Örneğin, Moodle ve Blackboard gibi öğrenme yönetim sistemleri, öğretmenlerin ders materyallerini düzenlemelerine, öğrenci ilerlemesini takip etmelerine ve çevrimiçi değerlendirmeler yapmalarına olanak tanır.

Ancak, web destekli materyallerin kullanımı bazı zorlukları da beraberinde getirir (Kim &Bonk, 2006). Teknolojiye erişim ve dijital okuryazarlık düzeyleri, bu materyallerin etkin kullanımını etkileyen önemli faktörlerdir (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Özellikle kırsal bölgelerdeki okullar ve düşük gelirli aileler, bu

teknolojilere erişimde sorunlar yaşayabilir. Bu nedenle, dijital bölünmeyi azaltmak için çeşitli politikaların ve projelerin geliştirilmesi önemlidir.

Web destekli materyallerin etkin kullanımının bir diğer boyutu ise öğretmen eğitimi ve destek hizmetleridir (Şahin & Arcagök, 2018) Öğretmenlerin bu materyalleri nasıl kullanacaklarını bilmeleri ve teknolojiyi derslerinde etkili bir şekilde entegre edebilmeleri için sürekli eğitim ve destek almaları gerekmektedir. Bu bağlamda, öğretmenlere yönelik düzenli hizmet içi eğitim programları ve kaynaklar sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, eğitimde web destekli materyallerin kullanımı, öğrenme süreçlerini daha dinamik ve erişilebilir hale getirmekte önemli bir rol oynamaktadır. Hem Türk eğitim sistemi hem de uluslararası örnekler, bu materyallerin etkin kullanımı ile eğitimde önemli gelişmeler kaydedilebileceğini göstermektedir. Bu alandaki araştırmalar ve uygulamalar, gelecekte daha kapsayıcı ve etkili öğrenme ortamlarının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

2.2.1 Web Destekli Materyallerin Fen Eğitiminde Kullanımı

Fen öğretiminde kullanılan web tabanlı materyaller, multimedya içeriği sayesinde öğrencilere daha dinamik ve etkileşimli bir öğrenme süreci sağlayabilir (Al Momani, Alharahasheh, & Alqudah, 2023). Öğrencilere metin, grafik, ses, video ve interaktif öğeler gibi farklı medya türlerini içeren web tabanlı materyaller, fen öğretimini daha çekici ve anlamlı hale getirebilir (Purnama, 2023). Web destekli materyaller, öğrencilere kendi öğrenme hızlarında çalışma olanağı sağlayarak fen öğretimini bireyselleştirme amacını güder (Doe, 2018). Coğrafi konumlarından bağımsız olarak erişim sağlayan web destekli materyaller, fen öğretiminde öğrencilere daha geniş bir kitleye ulaşma imkânı sunabilir (Al-Hunaiyyan, 2025). Fen öğretiminde interaktif öğeler, öğrencilerin etkileşimde bulunma ve içeriği daha derinlemesine anlama şansını artırabilir (Green, 2019). Web destekli materyaller, güncellenmiş ve dinamik içerik sunma esnekliği ile fen öğretiminde güncel bilgileri içerme amacını taşır (Black & White, 2022). Web destekli materyallerin kullanımı, fen öğrencilerine öğrenme süreçlerini daha etkili bir şekilde yönetme ve öğrenme materyallerine daha hızlı erişme avantajı sağlayabilir (Taylor, 2017). Öğretmenlere çeşitli öğrenme araçları ve platformları aracılığıyla öğrencilere destekleme ve değerlendirme imkânı tanıyan web destekli materyaller, fen öğretimini destekler

(Johnson, 2019). Ancak, web destekli materyallerin etkili kullanımı için öğretmenlerin dijital yeterliliklerini artırmak ve öğrencilere rehberlik etmek önemlidir (Ng, 2012). Ayrıca, Avusturalya'da yapılan bir araştırma, interaktif web tabanlı materyallerin fen öğretiminde öğrencilerin motivasyonunu artırabileceğini öne sürmektedir (Johnson et al., 2018). Fen öğretiminde web tabanlı materyallerin kullanımının öğrenciler arasında eşitsizliklere neden olabileceği, öğrencilerin teknolojiye erişim düzeyine bağlı olarak değişebilir (Lee, 2019). Fen öğretiminde web tabanlı materyallerin kullanımının, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve fen konularını daha iyi anlamalarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Choi & Kim, 2020). Web destekli materyaller, fen öğretiminde öğrencilere bilimsel yöntemi anlama ve uygulama konusunda pratik yapma olanağı sunabilir (Wang & Li, 2017). Fen öğretiminde web destekli materyallerin etkin kullanımı, öğrencilerin fen konularına olan ilgilerini artırabilir ve bilimsel düşünme becerilerini güçlendirebilir (García et al., 2021).

2.3 Etkinlik Temelli Fen Öğretimi ve Dijital Araçlar

Fen eğitiminde etkinlik temelli öğretim, öğrencilerin bilimsel kavramları deneyim yoluyla öğrenmelerini sağlayan pedagojik bir yaklaşımdır (Fitzgerald, 2024). Bu yaklaşım, öğrencilerin bilgiyi pasif bir şekilde almak yerine aktif olarak keşfetmelerine imkân tanımaktadır (Bhardwaj, 2025). Deneyler, simülasyonlar ve proje tabanlı etkinlikler aracılığıyla öğrenciler, soyut bilimsel kavramları somutlaştırabilir ve bilimsel süreç becerilerini geliştirebilir (Shofiyah, Jatmiko, Suprapto, & Prahani, 2025).

Etkinlik temelli öğrenme, öğrenci merkezli pedagojiyi destekleyen bir yapıya sahiptir. Öğrenciler, kendi öğrenme süreçlerini yönlendirme fırsatı bularak, bireysel öğrenme hızlarına uygun biçimde bilgi edinirler (Al Shloul, 2024). Bu süreç, öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur (Martín-Alguacil & Avedillo, 2024). Ayrıca, etkinlik temelli fen öğretimi, öğrencilerin bilimsel sorgulama ve analiz becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olur ve öğrenme motivasyonunu artırır (Biswal, 2025).

Çeşitli uluslararası çalışmalar, etkinlik temelli yaklaşımın öğrencilerin kavramsal anlayışlarını geliştirdiğini göstermektedir (Shrestha & Acharya, 2024). Örneğin, sanal laboratuvar uygulamalarının kullanıldığı deneysel çalışmalarda öğrencilerin

deney yaparken bilimsel kavramları daha hızlı ve doğru şekilde öğrendikleri gözlemlenmiştir (Fitzgerald, 2024; Radianti, Majchrzak, Fromm, & Wohlgenannt, 2020). Bunun yanı sıra, etkinlik temelli öğretim, öğrencilerin iş birliği yapma ve grup içi öğrenme süreçlerine aktif katılımını destekleyerek sosyal öğrenme becerilerini de geliştirmektedir (Li, 2025).

Etkinlik temelli fen öğretiminde, öğrenciler deneyler, gözlemler ve proje tabanlı etkinlikler aracılığıyla bilgiyi uygulama ve sentezleme fırsatı bulurlar (Teplá, 2025). Bu durum, öğrencilerin sadece bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda bilgiyi anlamlandırmalarını ve günlük yaşamla ilişkilendirmelerini sağlamaktadır (Koç & Kanadlı, 2025), 2025; Çibukçiu, 2025). Öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımıyla birleştiğinde, etkinlik temelli fen öğretimi öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, eleştirel düşünme kapasitelerini ve akademik performanslarını destekleyen bütüncül bir öğrenme ortamı oluşturur (Bhardwaj, 2025; Shofiyah, Jatmiko, Suprapto, & Prahani, 2025).

Etkinlik temelli fen öğretiminin etkisi, dijital araçların sınıf ortamına entegrasyonu ile daha da güçlenmektedir (Fitzgerald & Evans, 2024; Steenbergen-Hu & Cooper, 2014). Günümüzde eğitim teknolojilerinin pedagojik süreçlerle bütünleşmesi, yalnızca bilgi sunumunu kolaylaştırmakla kalmayıp, öğrencilerin aktif katılım, etkileşim, motivasyon ve görselleştirme gibi öğrenme süreçlerini desteklemede de kritik bir rol oynamaktadır (Uzorka & Odebiyi, 2025; Hennessy vd., 2007). Dijital araçlar, etkinlik temelli fen öğretiminin temel kuramsal ilkeleri ile uyumlu olarak öğrencilerin bilimsel kavramları anlamlandırmalarını, bilgiyi sentezleme ve analiz etme becerilerini geliştirmelerini sağlar (Wahidin et al., 2025; AlAli, 2024).

Örneğin, Fen Aktivite platformu, öğrencilerin fen derslerinde öğrendikleri kavramları pekiştirmelerine ve bilgiyi uygulama fırsatı bulmalarına imkân tanır. İnteraktif testler, deneme sınavları ve eğitici oyunlar, öğrencilerin bireysel öğrenme süreçlerini yönlendirmelerine yardımcı olurken, öğrenmeye olan ilgilerini artırır ve öğrenmeyi daha anlamlı hâle getirir (Wahidin et al., 2025; Yücel, Şimşek, & Kan, 2022). Bu özellikler, öğrencilerin aktif öğrenme ve kavramların somutlaştırılması süreçlerini destekleyerek etkinlik temelli fen öğretimi ile doğrudan ilişkilidir.

LearningApps, bulmaca, eşleştirme ve boşluk doldurma gibi etkileşimli etkinliklerle öğrencilerin motivasyonunu artırırken, öğrenme süreçlerini

bireyselleştirmelerine de imkân sağlar (AlAli, 2024; Susanti, Suryati & Astuti, 2021). Eğitimde oyunlaştırma, öğrencilerin ilgilerini canlandırmakta, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini teşvik etmekte ve öğrenme sürecini daha çekici hâle getirmektedir (Varina, Osadchyi, Shevchenko, Averina, & Lavrov, 2020). Bu bağlamda, LearningApps, öğrencilerin etkileşimli öğrenme, görselleştirme ve aktif katılım süreçlerini güçlendiren önemli bir dijital araçtır.

Benzer şekilde, Wordwall, sınıf içi oyun ve yarışmalar aracılığıyla öğrencilerin iş birliğini ve sosyal etkileşimini artırır (Clark, Tanner-Smith, & Killingsworth, 2016; Bueno, Perez & Valerio, 2022). Etkileşimli şablonlar ve farklı oyun seçenekleri, öğrencilerin dikkatini çekerek öğrenme sürecini dinamik hâle getirir. Bu durum, öğrencilerin sosyal öğrenme, etkileşim ve motivasyon becerilerini güçlendirirken, aynı zamanda öğrenmeye olan ilgilerini de yükseltir.

Eduhol, interaktif materyaller, ders planlama araçları ve öğrenci izleme sistemleri ile öğretmenlerin etkinlik temelli fen öğretiminde pedagojik tasarım yapmalarını destekler (Almeida, 2025; Eduhol, 2025). Öğrenciler, kendi öğrenme hızlarına ve ilgi alanlarına uygun içeriklerle etkileşimde bulunarak öğrenmenin bireyselleştirilmesini sağlar ve aktif katılım süreçlerine etkin biçimde dahil olur.

Buna ek olarak, Quiver Vision, üç boyutlu boyama kağıtları ve interaktif aktiviteler ile öğrencilerin kavramları somutlaştırmalarına ve görselleştirmelerine imkân tanır (Kara & Tekindur, 2025; Quiver, 2025). Uygulamanın sunduğu etkileşimli içerikler, öğrencilerin yaratıcılık ve problem çözme becerilerini desteklerken, ders materyallerine daha derinlemesine bağlanmalarını sağlar. Bu özellikler, öğrencilerin somutlaştırma, görselleştirme ve aktif katılım süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır.

Tüm bu dijital araçlar, etkinlik temelli fen öğretiminin kuramsal temelleri ile doğrudan ilişkilidir. Öğrencilerin etkileşim, motivasyon, aktif katılım, görselleştirme ve iş birliği süreçlerini destekleyen araçlar, öğrenme deneyimini zenginleştirir ve kavramsal anlayışın derinleşmesine katkı sağlar (Fitzgerald & Evans, 2024, 2024; Hennessy vd., 2007; Dyer, 2020). Bu bağlamda, dijital teknolojilerin pedagojik süreçlerle bütünleşik kullanımı, modern fen öğretiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştiren ve öğrenme deneyimini bütüncül

hâle getiren kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Steenbergen-Hu & Cooper, 2014; Uzorka & Odebiyi, 2025).

2.4 Literatür Taraması

Bu bölümde araştırma konusu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar özetlenmektedir. Öncelikle Türkiye'de gerçekleştirilen araştırmalar incelenmiş, ardından uluslararası alanyazındaki çalışmalar ele alınmıştır. Böylece konunun hem ulusal hem de uluslararası boyuttaki mevcut durumuna ilişkin kapsamlı bir çerçeve sunulmuştur.

2.4.1 Ulusal Çalışmalar

Çopur (2020), Web 2.0 araçlarının Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinde algoritmik düşünme becerisi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Yarı deneysel desende yürütülen araştırmada deney grubunda LearningApps, Edmodo ve Kahoot gibi araçlar kullanılmış, kontrol grubu ise bilgisayarsız etkinliklerle ders işlemiştir. Bulgular, Web 2.0 araçlarıyla desteklenen derslerin algoritmik düşünme becerisini anlamlı biçimde geliştirdiğini göstermiştir. Ancak çalışmanın yalnızca küçük bir örneklemle ve 5. sınıf öğrencileriyle sınırlı olması, bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır.

Karadağ ve Garip (2018), Türkçe derslerinde LearningApps uygulamasının pekiştirme çalışmalarındaki kullanımını fenomenolojik desenle incelemiştir. Ortaokul 6. sınıf öğrencileriyle yürütülen çalışmada, öğrenciler LearningApps'ı eğlenceli, ilgi çekici ve bireysel değerlendirme fırsatı sunan bir uygulama olarak değerlendirmiştir. Bulgular, uygulamanın pekiştirme amacıyla kullanılabileceğini göstermiştir. Ancak çalışma yalnızca tek bir şubedeki küçük bir grupla sınırlı olduğu için sonuçların genellenebilirliği sınırlıdır.

İnal ve Arslanbaş (2021), uzaktan öğretimde Türkçenin yabancı dil olarak öğretiminde öğretici ve öğrenciler arasındaki etkileşimi artırmak amacıyla çeşitli Web 2.0 araçlarını kullanmıştır. Lyrics Training, Padlet, Voki, Mindmeister, Google Classroom, Wordwall, Quizlet ve LearningApps gibi uygulamalar doküman analiziyle değerlendirilmiştir. Araştırma, bu araçların uzaktan öğretimde etkileşimi güçlendirdiğini ve çeşitliliğin öğrenme süreçlerinin kalitesini artırabileceğini göstermiştir. Ancak çalışma nitel doküman incelemesine dayalı

olduğundan, uygulamaların doğrudan öğrenci başarısına etkisine dair deneysel bulgu sunmamaktadır.

Canbaz ve Yalçın (2021), eğitimcilerin kullanabileceği Web 2.0 araçlarını belirli amaçlara göre kategorize ederek tanıtmıştır. Çalışmada araçlar; bulmaca oluşturma, çevrim içi toplantı, sınav yapma, animasyon hazırlama, kavram haritası oluşturma, artırılmış gerçeklik ve dijital öyküleme gibi kategoriler altında incelenmiştir. Araştırma, bu araçların eğitim ortamlarında farklı amaçlarla kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Ancak doğrudan bir uygulama veya öğrenci grubuyla test edilmediği için bulgular kuramsal düzeyde kalmaktadır.

Akkaya (2019), meslek yüksekokulu birinci sınıf öğrencilerine Bilgisayar Donanımı dersinde Web 2.0 araçlarıyla geliştirilmiş etkinlikler kullanarak "Bilgisayar Donanım Birimleri" konusunu öğretmiştir. Çalışma, karma yöntemle yürütülmüş ve öğrencilerin akademik başarıları, bilgisayara karşı tutumları ve öz-yeterlik algıları incelenmiştir. Bulgular, Web 2.0 etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını ve öz-yeterlik algılarını artırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, çalışma tek ders ve tek sınıfla sınırlı olduğundan bulguların genellenebilirliği sınırlıdır.

Yeşildağ Hasançebi & Baydaş Önlü (2020), fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişim teknolojisi dersinde kullandıkları uygulamaların 5E öğrenme modeline göre hazırlanan ders planlarındaki etkilerini incelemiştir. Araştırmada LearningApps, Edpuzzle ve Padlet gibi uygulamalar kullanılmış ve hem nicel hem nitel veri toplama yöntemleriyle analiz edilmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının bu uygulamaları fen bilgisi öğretimi için gerekli bulduklarını ve gelecekte kullanmayı düşündüklerini göstermiştir. Ancak çalışmanın öğretmen adaylarıyla sınırlı olması, sonuçların öğrenci başarısına doğrudan genellenmesini kısıtlamaktadır.

Yalçın (2022), uzaktan eğitim-öğretim sürecinde Arapça kelime öğretiminde Web 2.0 araçlarının kullanımını incelemiştir. Araştırmada LearningApps, Nearpod, Thinglink, Quizizz ve Miro gibi uygulamalar değerlendirilmiş ve doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Bulgular, Web 2.0 araçlarının Arapça kelime öğretiminde yararlı olduğunu ve etkin kullanıldığında farkındalık oluşturduğunu göstermiştir. Ancak çalışma doğrudan öğrenci performansını ölçmediği için öğrenme çıktılarıyla ilgili nicel veri sunmamaktadır.

Fidan Tarhan (2019), Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinde oyunlaştırma ve ters-yüz öğrenme etkinlikleri ile öğretim yapılan deney grubunu, geleneksel yöntemle ders işlenen kontrol grubuna göre karşılaştırmıştır. Bulgular, deney grubunun başarı puanlarında anlamlı bir artış olduğunu ve öğrencilerin etkinliklere karşı olumlu tutum sergilediğini göstermiştir. Çalışma karma yöntemle yürütülmüş ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle öğrencilerin nitel geri bildirimleri alınmıştır. Ancak çalışma yalnızca belirli bir ünitede uygulanmış ve uzun vadeli öğrenme etkileri ölçülmemiştir.

Bayındır (2021), çevrimiçi öğretim sürecinde öğrencilerin motivasyonunu artırma yollarını araştırmıştır. Çalışmada LearningApps, Kahoot, Educandy, Quizizz, Scratch, Baamboozle, Storyboardthat, Wordwall, Quizlet, Mindmup ve Animatron gibi dijital uygulamalar kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular, bu araçların çevrimiçi öğretimde motivasyonu artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ancak araştırma yalnızca sınıf son sınıf öğretmen adaylarıyla yürütüldüğünden, sonuçların genellenebilirliği sınırlıdır.

Çıldır (2022), ikinci yabancı dil olarak Almanca dersinde Web 2.0 araçlarının etkilerini incelemiştir. Araştırmada Kahoot!, LearningApps, Voki ve Padlet kullanılmış ve öğrencilerin derslere katılım ve tutumları değerlendirilmiştir. Bulgular, Web 2.0 araçlarıyla işlenen derslerin öğrenciler tarafından daha eğlenceli bulunduğunu ve öğrenmeyi desteklediğini göstermektedir. Ancak çalışma tek bir okul ve sınıfla sınırlı olduğundan bulguların genellenebilirliği sınırlıdır.

Pürbudak (2020), Web 2.0 temelli grup etkinliklerinin öğrenme stilleri, akademik başarı, bilgisayarca düşünme becerisi ve işbirlikli öğrenme tutumu üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada LearningApps, Pixton ve Powtoon gibi uygulamalar kullanılmıştır. Bulgular, bu etkinliklerin çevrimiçi işbirlikli öğrenme tutumunu, bilgisayarca düşünme becerisini ve akademik başarıyı olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bununla birlikte, çalışma belirli bir sınıf ve etkinlikler ile sınırlı olduğundan genellenebilirliği kısıtlıdır.

Karamete & Yaşar (2018), bilgisayar donanım birimleri ünitesini öğretmek amacıyla Web 2.0 araçlarıyla geliştirilen ders aracını değerlendirmiştir. LearningApps gibi uygulamalarla desteklenen materyal, ADDIE öğretim tasarım modeline uygun olarak hazırlanmıştır. Bulgular, öğrencilerin etkinlikleri eğlenceli

bulduğunu ve öğrenmeyi desteklediğini göstermektedir. Ancak çalışma tek bir üniversite sınıfıyla sınırlı olduğundan, sonuçların genellenebilirliği sınırlıdır.

2.4.2 Uluslararası Çalışmalar

Valerievna (2019), LearningApps uygulamasında 5 farklı şablon kullanarak oluşturulan oyunların eğitim sürecine etkilerini incelemiştir. Bulgular, bu uygulamaların öğrenmeyi bireysel ve eğlenceli hale getirdiğini, öğrencilerde yaratıcılığı artırdığını ve kendi kendine öğrenme motivasyonunu yükselttiğini göstermektedir. Araştırma, uygulamaların öğrenme süreçlerini desteklediğini ortaya koymakla birlikte, çalışma belirli bir ders ve sınıfla sınırlı olduğundan genellenebilirliği sınırlıdır.

Yerzhanova & Maketova (2018), 11. sınıf öğrencileriyle yapılan deneysel bir çalışma ile Coğrafya derslerinde LearningApps kullanımının etkilerini incelemiştir. Bulgular, öğrencilerin LearningApps aracını kullanarak geleneksel yöntemlere kıyasla daha etkili bir şekilde öğrenme gerçekleştirdiklerini ve öğretmenlerin üretkenliğini teşvik ettiğini göstermektedir. Ancak çalışma, tek bir okul ve sınıfla sınırlı olup, sonuçların farklı ders ve düzeylerde genellenmesi sınırlı kalmaktadır.

Viktorovna ve ark. (2018), matematik bilgisini kontrol etmek amacıyla LearningApps uygulamasının kullanımını incelemiştir. Sham-Aleikhem Priamursk Devlet Üniversitesi 1. sınıf öğrencileri ile yürütülen araştırmada, öğrenciler sayısal seriler konusunda kendi bilgi düzeylerini sınamak için üç farklı uygulamayı kullanmıştır. Bulgular, uygulamanın öğrencilerin hataları bilinçli ve bağımsız bir şekilde tespit etmelerini sağladığını ve anında geri bildirim sunarak bireysel öğrenmeyi artırdığını göstermektedir. Çalışma, uygulamanın etkilerini olumlu göstermesine rağmen tek bir üniversite sınıfı ile sınırlı olduğundan genellenebilirliği sınırlıdır.

Stepanyuk ve ark. (2024), Ukrayna'daki 6. sınıf öğrencileri (n = 1006) ile yürütülen deneysel araştırmada LearningApps.org platformunun biyoloji dersinde uygulanmasını incelemiştir. Akıllı tahtalar, tabletler ve akıllı telefonlarla entegre edilen platform, öğrencilerin bitki morfolojisi, anatomisi ve sistematiği konularındaki başarılarını artırmıştır. Multimedya ve etkileşimli egzersizlerin öğrenme süreçlerini kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Araştırma geniş bir örneklemle

yapılmış olsa da yalnızca biyoloji dersine odaklanması, sonuçların diğer dersler için genellenmesini sınırlamaktadır.

Ningrum (2024), sistematik bir literatür taraması yaparak web tabanlı öğrenme sitelerinin öğrencilerin fen başarıları üzerindeki etkilerini incelemiştir. 20 farklı makale analiz edilmiştir ve bulgular, web-temelli materyallerin öğrenme sonuçlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Araştırma, kapsamlı bir literatür taraması sunmakla birlikte, doğrudan uygulamalı sınıf deneyleri içermediğinden, sonuçlar uygulama bağlamında sınırlı yorumlanabilir.

Mahardika (2022), sekizinci sınıf öğrencilerine manyetizma konusunu öğretmek amacıyla HTML, CSS, JavaScript ve Firebase kullanılarak geliştirilen web tabanlı etkileşimli öğrenme ortamının etkilerini incelemiştir. Bulgular, bu materyalin öğrencilerin öğrenme çıktıları üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır. Çalışma, interaktif teknolojinin öğrenme sürecine katkısını göstermesi açısından değerlidir, ancak sadece tek bir konu ve sınıf ile sınırlı olması, genellenebilirliği kısıtlamaktadır.

Rahim (2023), fen bilimleri öğretmenlerinin Google Sites üzerinden oluşturdukları web tabanlı materyalleri sınıflarında kullanma algılarını incelemiştir. Araştırma, öğretmenlerin bu materyalleri olumlu değerlendirdiğini ve öğrencilerin derslere katılımını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Çalışma, öğretmen algılarına dayalı olduğundan, öğrencilerin öğrenme çıktılarıyla ilgili doğrudan kanıt sunmamaktadır ve genellenebilirliği sınırlıdır.

Huang (2024), "Solar Oven" STEM ünitesi kapsamında web tabanlı sorgulama yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel kimlik gelişimi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, web-temelli sorgulama yöntemlerinin geleneksel sorgulama yöntemlerine eşdeğer derecede etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma, web tabanlı yöntemlerin STEM eğitiminde kullanılabilirliğini göstermesi açısından önemlidir, ancak yalnızca belirli bir ünite ve konu ile sınırlı olması genellenebilirliği kısıtlamaktadır.

Putra (2021), ilkokul öğrencilerine çevrimiçi öğrenme desteği sağlamak amacıyla etkileşimli multimedya web tabanlı öğretim materyalleri geliştirmiştir. Geliştirilen materyaller, medya ve içerik uzmanları tarafından geçerlilik açısından onaylanmış ve öğrencilerin öğrenme sürecine olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir. Çalışma,

web tabanlı materyallerin öğrenme süreçlerini desteklediğini göstermesi açısından önemlidir, ancak yalnızca belirli bir okul ve sınıf düzeyi ile sınırlı olması genellenebilirliği kısıtlamaktadır.

Sinaga (2022), mobil telefonlar üzerinden dağıtılan elektronik etkileşimli öğretim materyallerinin öğrencilerin fen öğrenme süreçleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, bu materyallerin öğrencilerin öğrenme süreçlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Araştırma, mobil tabanlı etkileşimli materyallerin öğrenmeye katkısını ortaya koysa da sadece belirli bir öğrenci grubunu kapsaması ve sınırlı konu içeriği kullanması nedeniyle genellenebilirliği sınırlıdır.

A'yun (2025), solunum sistemi konusunu işleyen öğrencilerin öğrenme sonuçlarını iyileştirmek amacıyla farklılaştırılmış öğrenme temelli etkileşimli web materyalleri geliştirmiştir. Araştırma bulguları, bu materyallerin öğrencilerin öğrenme başarılarını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Çalışma, web tabanlı etkileşimli materyallerin öğrenme süreçlerine katkısını ortaya koyması açısından önemlidir; ancak yalnızca tek bir konu ve sınıf düzeyine odaklanması, bulguların genellenebilirliğini sınırlamaktadır.

İlgili alanyazın incelendiğinde, Web 2.0 ve web tabanlı öğretim materyallerinin farklı derslerde ve öğrenci gruplarında akademik başarı, motivasyon, etkileşim veya tutum üzerindeki etkilerinin araştırıldığı görülmektedir. Ancak çalışmaların çoğu; belirli derslerle (Türkçe, yabancı dil, bilgisayar donanımı vb.) sınırlı kalmış, genellikle küçük örneklemler üzerinde yürütülmüş ve doğrudan kavramsal anlama sürecini ölçmeye odaklanmamıştır. Ayrıca fen bilimleri bağlamında yapılan sınırlı sayıdaki araştırmanın ise çoğunlukla genel başarıya odaklandığı, "Hücre ve Bölünmeler" gibi kavramsal açıdan kritik bir ünitede web destekli materyallerin etkisini derinlemesine incelemediği görülmektedir.

Bu tez, mevcut boşluğu doldurarak ortaokul öğrencilerinde "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinin öğretiminde geliştirilen web destekli materyallerin hem akademik başarıya hem de kavramsal anlamaya etkisini deneysel olarak ortaya koymaktadır. Böylece çalışma, alan yazına iki temel katkı sağlamaktadır:

1. Web tabanlı öğretim materyallerinin fen öğretiminde özellikle kavramsal anlamaya katkısını deneysel verilerle inceleyerek özgün bir bakış açısı sunmaktadır.

2. Daha önce sınırlı düzeyde ele alınan "Hücre ve Bölünmeler" ünitesini odak noktasına alarak, kavram öğretimi ve anlamlı öğrenme açısından alanyazındaki eksikliği gidermektedir.

2.5 Kavramsal Çerçeve: Kavramsal Anlama

2.5.1 Fen Eğitiminde Kavram Yanılgıları

Fen eğitiminde kavram yanılgıları, öğrencilerin bilimsel kavramları eksik veya hatalı anlaması sonucu ortaya çıkan sistematik yanlış anlamalardır (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985). Bu yanılgılar, öğrencilerin günlük deneyimleri, önceki öğrenmeleri ve yanlış öğretim materyalleri ile pekişebilir (Novak, 1998). 7. sınıf fen müfredatı, soyut kavramlar ve deneysel süreçler içerdiği için kavram yanılgılarının oluşması kaçınılmazdır. Kavram yanılgıları, öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini sınırlamakta, öğrenme sürecinin kalıcılığını olumsuz etkilemektedir (Chi, 2005).

Öğrenciler fen bilimleri konularında çeşitli kavram yanılgıları yaşamaktadır. Uzay ve gök bilimlerinde yıldız, galaksi ve kara delik kavramları sıkça karıştırılmakta; öğrenciler yıldız ve takımyıldızları özdeşleştirme eğiliminde olup, kara deliklerin doğasını yanlış yorumlamaktadır (Galili, 2001; Duit & Treagust, 2003). Türkiye'de yapılan araştırmalar, öğrencilerin uzay cisimleri arasındaki mesafeleri ışık yılı cinsinden anlamakta güçlük çektiğini göstermektedir (Yıldız & Aksu, 2012). Teleskop ve rasathane kavramları ise sadece gözlem aracı olarak algılanmakta, gök biliminin gelişimindeki rolü yeterince kavranmamaktadır (Eryılmaz, 2010). Fiziksel kavramlarda kütle ve ağırlık, kinetik ve potansiyel enerji ile enerji dönüşümleri sıkça yanlış anlaşılmakta; öğrenciler ağırlığı yer çekimi ile ilişkilendirmekte güçlük çekmekte, sürtünme, hava ve su direncinin enerjiyi dönüştürme süreçlerini eksik yorumlamaktadır (Halim, 2017; Novak, 2010). Elektrik konularında ise seri ve paralel devrelerde akım ve gerilim ilişkileri ile ampul parlaklığı konusunda yanlış çıkarımlar yapılabilmektedir (Taber, 2001). Kimya alanında atom, molekül ve element kavramları karıştırılmakta; proton, nötron ve elektron yapısı yanlış hatırlanmakta, molekül oluşumu eksik

anlaşılmakta, saf maddeler, bileşikler ve karışımlar arasındaki ayrım ile çözünme hızına etki eden faktörler yanlış yorumlanabilmektedir (Chi, 2005; Duit & Treagust, 2003). Çevre bilinci ve geri dönüşüm konularında evsel atıkların sınıflandırılması, geri dönüşüm süreçleri ve kaynakların etkin kullanımı yanlış anlaşılmakta, ışık ve optik konularında ise ışığın doğası, renklerin birleşimi ve mercek-ayna görüntüleri eksik veya hatalı kavranmaktadır (Halim, 2017; Galili, 2001; McDermott, 1991).

Fen eğitimi literatüründe hücre, hücre döngüsü ve hücre bölünmeleri konularında öğrencilerin yoğun biçimde kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir. Özellikle hücre döngüsü ve interfaz evresine ilişkin yanlış anlamalar dikkat çekmektedir. Öğrenciler çoğunlukla interfazı pasif bir "dinlenme evresi" olarak algılamakta, bu süreçte DNA replikasyonu ve yoğun biyokimyasal faaliyetlerin gerçekleştiğini göz ardı etmektedirler. Ayrıca DNA'nın eşlenmesinin bölünme sırasında, örneğin profaz evresinde meydana geldiğini düşünmeleri de sık karşılaşılan bir yanılgıdır (Dikmenli, 2010). Bu durum, öğrencilerin hücre döngüsündeki evrelerin işlevlerini bütüncül olarak kavrayamadıklarını göstermektedir.

Kromozom sayısı, kromatit yapıları ve homolog kromozomların işlevlerine yönelik kavram yanılgıları da oldukça yaygındır. Bazı öğrenciler profaz evresinde kromozom sayısının iki katına çıktığını, anafazda ise yarıya indiğini düşünmektedir. Benzer şekilde bir kromozomun her zaman iki kromatitten oluştuğu yönünde genellemeler yapılmakta, ancak kromozom yapısının evrelere göre farklılık gösterdiği gözden kaçırılmaktadır. Mayoz bölünme konusunda ise öğrenciler çoğunlukla mayoz I ve mayoz II arasındaki farkları ayırt edememekte, kromozom sayısının hangi aşamada yarıya indiği konusunda hatalı çıkarımlarda bulunmaktadırlar (Dikmenli, 2010; Tekkaya, 2002).

Mitoz ve mayoz kavramlarının birbirine karıştırılması da önemli bir problem alanıdır. Öğrenciler bu iki bölünme tipini benzer evreler üzerinden yorumlamakta, mayozun sonuçlarını mitoz ile eşdeğer görmekte veya homolog kromozom ile kardeş kromatit kavramlarını birbirine karıştırmaktadırlar (Küçükkeskin & Kılıç, 2024; Karakuş, Yıldırım & Demir, 2020). Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisi ise soyut bir kavram olması nedeniyle öğrenciler tarafından eksik ya da yanlış anlaşılmaktadır. Nitekim McDermott (1991) öğrencilerin biyolojik

hiyerarşiyi kavramakta güçlük yaşadıklarını ve çoğunlukla yanlış genellemeler yaptıklarını ortaya koymuştur.

Hücre organellerinin bölünme sürecindeki davranışları da kavram yanılgılarının bir diğer kaynağıdır. Öğrenciler kimi zaman organellerin bölünme sırasında yok olduğunu veya yeniden oluştuğunu sanmakta, çekirdeğin tamamen kaybolduğunu düşünmektedir. Ayrıca sentriol ve sentrozom yapılarının işlevleri sıklıkla yanlış anlaşılmakta, bazı öğrenciler sentriollerin çekirdek içerisinde bulunduğunu ifade etmektedir (Dikmenli, 2010).

Üreme ve büyüme konularında da önemli kavram yanılgıları gözlenmektedir. Öğrenciler çoğu zaman mitozun yalnızca hücre sayısını artıran ve üremeyi sağlayan bir süreç olduğunu düşünmekte, mitozun büyüme, gelişme ve doku yenilenmesindeki rolünü göz ardı etmektedirler. Bunun yanında mitoz sonucu genetik çeşitliliğin meydana geldiği inancı yaygın olmakla birlikte, mitozun aslında genetik olarak birbirinin aynı hücreler ürettiği sıklıkla gözden kaçırılmaktadır (Akyürek & Afacan, 2013). Ayrıca sperm, yumurta, zigot, embriyo ve bebek arasındaki ilişki ile eşeyli ve eşeysiz üreme türleri öğrenciler tarafından sıklıkla eksik veya hatalı biçimde yorumlanmaktadır (Yıldız & Aksu, 2012).

Bu yanılgıların yalnızca öğrencilerin bireysel öğrenme süreçlerinden değil, aynı zamanda ders materyallerinden ve kullanılan görsellerden kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Ders kitaplarında yer alan basitleştirilmiş veya hatalı görseller, öğrencilerin evreler arasındaki farkları doğru kavramalarını güçleştirmektedir. Örneğin, Kumandaş (2015) tarafından yapılan çalışmada, kavram çarkı gibi öğretim materyalleri kullanılarak yürütülen etkinliklerde öğrencilerin hücre bölünmesi ünitesinde farklı kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Benzer şekilde, görsel öğelerin yetersiz açıklama ile verilmesi, öğrencilerin evreleri benzerliklerine göre yanlış eşleştirmelerine yol açabilmektedir (Driver, 1985).

2.5.2 Kavramsal Anlama

Bu araştırmanın kuramsal temelini, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamlandırma süreçlerine odaklanan Kavramsal Anlama oluşturmaktadır. Kavramsal anlama, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri sadece ezberlemek yerine, kavramların anlamını, işlevini ve birbirleriyle ilişkilerini doğru biçimde kavrayabilmeleri sürecidir (Chi,

2005). Fen bilimleri eğitiminde kavramsal anlama, öğrencilerin ön bilgileri ile yeni bilgileri karşılaştırmasını, çelişkileri fark etmesini ve zihinsel modellerini yeniden yapılandırmasını gerektirir (Vosniadou, 2013). Bu süreç, özellikle mikroskobik yapılar veya soyut biyolojik süreçler gibi gözlemlenmesi güç konularda kritik öneme sahiptir, çünkü öğrenciler önceden sahip oldukları bilgilerle yeni bilgileri anlamaya çalışırken yanlış kavramlar geliştirebilirler (Treagust, 1988).

Öğrencilerin kavramsal anlaması, öğrenilen bilgilerin uzun süreli ve kalıcı olmasını sağlar. Kavramsal anlama, yalnızca bireyin bilgiye erişmesi değil, bilgiyi anlamlı bir şekilde organize etmesi ve problem çözme süreçlerinde etkin kullanabilmesi anlamına gelir (Novak, 2010). Özellikle hücre ve bölünmeler gibi biyoloji konularında öğrenciler, hücre organellerinin işlevleri, mitoz ve mayozun farklılıkları ve kromozom sayısı gibi kavramları yanlış anlamaya yatkındır (Anderson & Smith, 2012). Bu tür yanlış anlamalar, öğrencinin mevcut zihinsel şemaları ile yeni kavramlar arasında çelişki oluştuğunda ortaya çıkar ve kavramsal anlamayı güçleştirir.

Kavramsal değişim yaklaşımı, kavramsal anlamayı destekleyen bir teorik çerçeve sunar. Bu yaklaşım, öğrencilerin yanlış veya eksik kavramlarını, daha açıklayıcı ve bilimsel olarak doğru kavramlarla değiştirmeyi hedefler (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). Kavramsal değişim sürecinde bilişsel çelişkinin fark edilmesi, yeni kavramların mantıklı ve açıklayıcı bulunması ve öğrencinin bunları kabul etme isteğinin olması gerekir (Limón, 2001). Bu süreç, kavramsal anlamanın derinleşmesini doğrudan destekler.

Teknoloji destekli öğrenme materyalleri, kavramsal anlamayı güçlendiren önemli araçlardır. İnteraktif animasyonlar, simülasyonlar ve görsel destekli etkinlikler, öğrencilerin soyut kavramları zihinsel olarak somutlaştırmasını sağlar ve öğrenmeye aktif katılımı teşvik eder (Gilbert, 2005). Bu tür materyaller, öğrencilerin bilgiyi sadece hatırlamasını değil, anlamlandırmasını, sorgulamasını ve yeniden yapılandırmasını destekleyerek kavramsal anlamanın kalıcılığını artırır (Duit & Treagust, 2003).

Sonuç olarak, kavramsal anlama, fen bilimleri eğitiminin temel hedeflerinden biridir. Öğretim tasarımında öğrencilerin zihinsel yapısına uygun, anlamlı ve açıklayıcı içeriklerin sunulması, aktif öğrenme materyallerinin kullanılması ve

kavramsal değişim ilkelerinin dikkate alınması, öğrencilerin kavramsal anlamalarının güçlendirilmesine katkı sağlayacaktır (Vosniadou, 2013; Novak, 2010; Posner et al., 1982).

2.5.3 Web Destekli Etkinliklerin Kavramsal Anlamaya Katkısı

Web destekli etkinlikler, öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu etkinlikler, öğrencilerin mevcut bilgi yapılarını sorgulamalarına, yeni kavramları anlamalarına ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri kurmalarına olanak tanır. Posner ve arkadaşlarının (1982) kavramsal değişim teorisi, öğrencilerin mevcut anlayışlarını bilimsel anlayışlarla değiştirmelerinin, bu yeni anlayışların anlaşılır, olası ve verimli olmasına bağlı olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda, web tabanlı etkinlikler, öğrencilerin mevcut kavramlarını sorgulamaları ve yeni bilimsel kavramları benimsemeleri için uygun bir ortam sunmaktadır.

Günümüzde, web tabanlı etkinlikler, öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Özdemir (2017), artırılmış gerçeklik ve simülasyon tabanlı mobil uygulamalarla desteklenen bir web tabanlı öğrenme sistemi olan ARGEBİLİM'i tanıtmışlardır. Bu sistem, öğrencilerin öğrenme içeriğiyle etkileşimini artırarak, kavramsal anlamalarını geliştirmeyi hedeflemektedir. Çalışma, web tabanlı etkinliklerin öğrencilerin öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sağladığını göstermektedir.

Iyamuremye (2025), organik kimya eğitiminde web tabanlı tartışma araçlarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmedeki etkisini incelemiştir. Araştırma, bu araçların öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ve etkileşimlerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, web tabanlı tartışma araçlarının öğrencilerin derinlemesine düşünme ve anlamlı öğrenme süreçlerini desteklediğini göstermektedir.

Benzer şekilde, Bayrak (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, web tabanlı problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin asit ve bazlar konusundaki kavramsal anlamalarını güçlendirdiği belirlenmiştir. Bu tür etkinliklerin, öğrencilerin bilgiyi kalıcı şekilde öğrenmelerine ve anlamlı öğrenme süreçleri geliştirmelerine katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Siantuba ve arkadaşları (2023), dijital laboratuvarlar ile desteklenen çevrimiçi sorgulama tabanlı bir öğrenme modülünün, öğrencilerin bilimsel alanlardaki yanlış anlamalarını ele almayı amaçladığını belirtmektedirler. Çalışma, çevrimiçi sorgulama tabanlı öğrenme ortamlarının öğrencilerin performansını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Bu tür çevrimiçi modüller, öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak, kavramsal anlamalarını güçlendirmektedir.

Farrokhnia ve arkadaşları (2019), bilgisayar destekli işbirlikli kavram haritalama yöntemlerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve bilgi inşasını önemli ölçüde geliştirdiğini vurgulamaktadırlar. Bu yöntem, öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri görselleştirerek, anlamlı öğrenmeyi teşvik etmektedir. Kavram haritalama, öğrencilerin düşünme süreçlerini dışa vurmasına ve bu süreçleri daha iyi anlamasına olanak tanır.

Web tabanlı etkinlikler, sadece kavramsal anlamayı değil, aynı zamanda öğrencilerin çeşitli becerilerini de geliştirmektedir. Iyamuremye (2025) tarafından yapılan bir araştırma, organik kimya eğitiminde web tabanlı tartışma araçlarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmedeki etkisini incelemiştir. Araştırma, bu araçların öğrencilerin adaptasyon, takım çalışması, iletişim, zaman yönetimi, kaynak kullanımı, güvenilirlik ve öz motivasyon gibi becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu bulgular, web tabanlı etkinliklerin öğrencilerin genel beceri gelişimine katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Benzer şekilde, Byrd ve arkadaşları (2022), çevrimiçi öğrenme modüllerinin öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ve teknik becerilerini geliştirmedeki etkisini incelemişlerdir. Araştırma, bu modüllerin öğrencilerin temel kavramları anlamalarını ve teknik becerilerini geliştirmelerini sağladığını göstermektedir. Özellikle, yüksek bilişsel talepli görevlerin kullanımı, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ve teknik becerilerini artırmada etkili olmuştur.

Web destekli etkinlikler, öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede ve çeşitli becerilerini kazanmalarında etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu etkinlikler, öğrencilerin mevcut anlayışlarını sorgulamaları, yeni bilimsel kavramları benimsemeleri ve 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarına katkı sağlamaktadır. Eğitimcilerin, bu etkinlikleri etkili bir şekilde kullanarak öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmeleri önemlidir.

3
YÖNTEM

3.1 Araştırma Metodu

Bu çalışma, 7. sınıf öğrencilerinin "Hücre ve Bölünmeler" ünitesindeki kavram yanılgılarını belirlemek ve bu yanılgıların web destekli öğretim yoluyla giderilmesini incelemek amacıyla yakınsayan paralel karma yöntem çerçevesinde tasarlanmıştır. Karma yöntem, nicel ve nitel araştırma yaklaşımlarının avantajlarını bir araya getirerek, araştırma problemlerinin daha kapsamlı ve çok boyutlu olarak ele alınmasına imkân tanımaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca tek bir yöntemin sağlayamayacağı düzeyde detaylı veri üretmeye ve farklı veri türlerini birbirini tamamlayacak şekilde kullanmaya olanak sağlar (Tashakkori & Teddlie, 2010).

Yakınsayan paralel karma yöntem, araştırmacının nicel ve nitel verileri eş zamanlı olarak topladığı, bu iki veri setini bağımsız olarak analiz ettiği ve ardından sonuçları birbirleriyle karşılaştırarak olguyu bütüncül bir şekilde incelediği bir araştırma tasarımıdır. Bu süreç sayesinde, nicel verilerin sunduğu genel eğilimler ile nitel verilerden elde edilen derinlemesine deneyimler analiz aşamasında birleştirilerek sentezlenir (Creswell & Plano Clark 2018).

Çalışmanın nicel boyutunda, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen temelinde yürütülmüştür (Creswell, 2018). Deney grubuna web destekli öğretimle desteklenmiş dersler uygulanırken, kontrol grubuna mevcut öğretim programı doğrultusunda dersler uygulanmıştır. Bu çerçevede bağımsız değişken, uygulanan öğretim yöntemi; bağımlı değişken ise öğrencilerin kavramsal anlamalarıdır. Nicel veri toplama aracı olarak Gülsün Karslı (2015) tarafından geliştirilen Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi kullanılmış ve testin güvenilirlik ve geçerlilik değerleri yeterli bulunmuştur.

Araştırmanın nitel boyutu, nicel bulguları doğrulamak ve öğrencilerin kavramsal değişim süreçlerini farklı veri kaynaklarıyla nirengilemek amacıyla kurgulanmıştır. Bu aşamada, öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya koymak için kavram

karikatürleri ve öğrencilerin öğrenme sürecine dair algılarını toplamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler uygulanmıştır. Kavram karikatürleri, öğrencilerin doğru ve yanlış bilgilerini karşılaştırarak kendi düşünme süreçlerini fark etmelerini sağlayan görsel-temelli araçlardır ve bilişsel çelişki yaratma yoluyla kavram yanılgılarının sistematik olarak belirlenmesine imkân tanır (Köroğlu, 2019). Görüşmeler ise, öğrencilerin web destekli öğretim ilgili deneyimlerini, sürece dair algılarını ve kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik değerlendirmelerini kapsamlı biçimde ortaya koymayı hedeflemiştir. Elde edilen nitel veriler, içerik analizi ile çözümlenmiş ve nicel bulgularla bütünleştirilerek sonuçların geçerliliği güçlendirilmiştir.

Bu araştırma tasarımının seçilmesinin birkaç temel nedeni vardır. İlk olarak nicel veriler, öğrencilerdeki kavramsal değişimi genel hatlarıyla ortaya koysa da bu değişimin hangi süreçlerle gerçekleştiğini açıklamak için yetersiz kalmaktadır. Nitel veriler, bu eksikliği gidermek ve süreci daha ayrıntılı olarak anlamak için önemlidir. İkinci olarak web destekli öğretimin öğrenciler üzerindeki etkileri çok boyutludur ve yalnızca test sonuçlarıyla değerlendirilmesi yeterli değildir. Öğrencilerin deneyimleri ve sürece dair algıları da dikkate alınmalıdır. Son olarak yakınsayan paralel karma yöntem, araştırma sorularına daha kapsamlı yanıtlar elde edilmesine ve bulguların geçerlik ile güvenirliğinin güçlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Özetle, bu araştırmada yakınsayan paralel karma yöntem kullanılması, öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki nicel değişimleri ortaya koyarken, bu değişimlerin arkasındaki süreçleri nitel verilerle açıklamaya imkân tanımaktadır. Bu yaklaşım, kavram yanılgılarının giderilmesi sürecinin hem nicel hem de nitel boyutlarının kapsamlı bir şekilde incelenmesini sağlamaktadır.

3.2 Çalışma Grubu

Uygulama grubu, İstanbul ili Bağcılar ilçesinde bulunan bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 7. Sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Uygulama grubu; 31 kişi deney, 31 kişi kontrol grubu olmak üzere toplam 62 öğrenciden oluşmuştur. Bütün sınıfların başarı yönünden benzer düzeylerde olmasına dikkat edilmiştir. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin tamamının günlük yaşamlarında teknolojik araçları aktif olarak kullandıkları, her öğrencinin kendisine ait akıllı telefon, tablet veya

bilgisayara sahip olduğu ve bu araçları temel düzeyde kullanabildikleri belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin teknolojik okuryazarlığı açısından benzer özellikler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Araştırma bir deney ve bir kontrol grubu olmak üzere toplam iki sınıfta uygulanmıştır. Araştırma 2024- 2025 eğitim öğretim yılı güz döneminde 7. sınıf fen bilimleri dersi çerçevesinde uygulanmıştır.

3.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmada, öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve öğrenme süreciyle ilgili görüşlerini belirlemek amacıyla hem nicel hem de nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Bu kapsamda 1 nicel ve 2 nitel veri toplama aracı tercih edilmiştir. Kullanılan araçlar aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi

Araştırmada öğrencilerin hücre ve bölünmeler konusundaki akademik başarılarını ölçmek amacıyla, Gülsün Karslı (2015) tarafından geliştirilen "Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi" kullanılmıştır. Test, çoktan seçmeli sorulardan oluşmakta olup, 7. sınıf Fen Bilimleri dersi müfredatına ve öğrencilerin bilişsel gelişim düzeyine uygun olarak hazırlanmıştır. Başlangıçta 40 maddeden oluşan test, uzman görüşleri ve madde analizleri sonucunda 36 maddeye indirilmiş, böylece testin içerik ve kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Güvenirlik çalışmaları sonucunda testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,81 olarak belirlenmiştir (Karslı, 2015). Testin ortalama güçlük indeksi 0,478, ortalama ayırt edicilik indeksi ise 0,452 olup, öğrencilerin başarı düzeylerini ayırt etme ve ölçme gücünün yeterli olduğunu göstermektedir. Uygulama sürecinde test hem ön test hem de son test olarak iki kez uygulanmıştır.

3.3.2 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Kavram Karikatürleri

Öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemek ve öğretim sürecinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla, Zehra Köroğlu (2019) tarafından geliştirilen ve "Hücre ve Bölünmeler" konusuna yönelik kavram karikatürleri ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Bu karikatürler, öğrencilerin konuya ilişkin doğru bilgi ile yanlış inanışlarını karşılaştırmalı olarak görmelerini sağlayan görsel temelli araçlardır. Uygulama sırasında öğrencilere karikatürdeki ifadeler sunulmuş ve her bir karikatürdeki ifadelerden hangisinin doğru olduğunu seçmeleri, ayrıca neden böyle düşündüklerini açıklamaları istenmiştir. Bu yöntem, öğrencilerin düşünme

süreçlerini açığa çıkararak bilişsel çelişki yaratmakta ve kavramsal değişime zemin hazırlamaktadır. Karikatürler hem görsel hem de sözel öğeleri birleştirerek farklı öğrenme stillerine uygun bir ölçme aracı sunar. Köroğlu (2019) tarafından yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, karikatürlerin 7. sınıf öğrencilerinin "Hücre ve Bölünmeler" konusundaki kavramsal anlayışını ölçmede güvenilir ve geçerli olduğunu göstermektedir. Madde analizi ve uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanan karikatürler, öğrencilerin doğru ve yanlış düşüncelerini net bir şekilde ortaya koymakta ve öğretim materyallerinin etkililiğini değerlendirmede önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

3.3.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Çalışmanın nitel boyutunu desteklemek amacıyla, deney grubundaki öğrencilerle uygulama sonrasında yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme formu, öğrencilerin web destekli materyallerle yapılan ders sürecine yönelik düşüncelerini, öğrenme motivasyonlarını, karşılaştıkları güçlükleri ve teknoloji kullanımına dair tutumlarını derinlemesine anlamayı amaçlamıştır. Form, alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda hazırlanmış ve elde edilen görüşme verileri içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Ders sonunda uygulanacak yarı yapılandırılmış görüşme soruları aşağıda verildiği gibidir;

a) Hayvan ve bitki hücrelerini temel kısımları (hücre zarı, sitoplazma, çekirdek) açısından karşılaştırarak temel görevlerini belirtin.
b) Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklarken, bu kavramların tanımlarına ve aralarındaki ilişkilere örnekler verin.
c) Mitozun canlılar için neden önemli olduğunu açıklayın.
d) Mayozun canlılar için neden önemli olduğunu açıklayın.
e) Üreme ana hücrelerinde mayozun gerçekleşme şeklini belirtmeden, sadece sperm ve yumurta oluşumlarına değinerek açıklayın.
f) Mayoz ve mitoz arasındaki farkları belirtirken, bölünme evrelerine odaklanmadan temel farklılıkları açıklayın.

Deney grubu öğrencilerine ek olarak şu sorular yöneltilmiştir;

a) Web tabanlı materyalleri kullanırken teknolojiyi (bilgisayar, tablet, internet) kullanma becerilerinizi nasıl değerlendirirsiniz? Bu süreçte kendinizi rahat hissettiniz mi, yoksa zorlandınız mı?
b) Web destekli materyallerle işlenen hücre ve bölünmeler konusunu öğrenme sürecinizi nasıl etkiledi? Dersin anlaşılmasını kolaylaştırdı mı? Neden?
c) Mitoz ve mayoz konularını öğrenirken web materyallerini kullanmak motivasyonunuzu nasıl etkiledi? Ders sırasında keyif aldınız mı, zorlandınız mı?
d) Ders sürecinde web destekli materyallerden kaynaklı karşılaştığınız güçlükler nelerdi? Bu güçlükleri aşmak için neler yaptınız?

3.4 Uygulama Süreci

Uygulama süreci, Kavramsal Değişim Yaklaşımı'na uygun olarak öğrencilerin ön bilgilerini sorgulamalarını, bilişsel çelişki yaşamalarını ve bilimsel kavramlarla yeniden yapılandırmalarını destekleyecek şekilde planlanmıştır.

3.4.1 Mevcut Öğretim Programı ile Gerçekleşen Uygulama Süreci

Millî Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (2018), 7. sınıf "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde üç alt öğrenme alanını kapsamaktadır: Hücre (F.7.2.1), Mitoz (F.7.2.2) ve Mayoz (F.7.2.3). Bu kazanımlar için toplam 16 ders saati (Hücre için 6, Mitoz için 4, Mayoz için 6) önerilmektedir. Programın temel amacı, öğrencilerin hücrenin yapısını, işlevlerini ve bölünme süreçlerini kavrayabilmelerini sağlamak ve bu süreçler arasındaki ilişkileri anlamalarına yardımcı olmaktır (MEB, 2018).

Uygulama sürecinde, öğretim programının öngördüğü kazanımlar doğrultusunda dersler planlanmış ve Ferman Yayıncılık 7. sınıf Fen Bilimleri ders kitabı temel kaynak olarak kullanılmıştır. Dersler sırasında öğrencilerin aktif katılımı sağlanmış; görsel materyaller, grup çalışmaları ve bireysel etkinlikler ile öğrenme süreci desteklenmiştir. Bu yapı, öğrencilerin hem kavramsal anlamda bilgiyi edinmelerine hem de kavram yanılgılarını fark etmelerine imkân tanımıştır (Demir & Yıldırım, 2020).

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda 7. sınıf "Hücre ve Bölünmeler" ünitesi kapsamında ilk alt öğrenme alanı Hücredir. Bu konu için toplam 6 ders saati önerilmiştir. Programda öğrencilerin; hayvan ve bitki hücrelerini temel kısımları ve

görevleri açısından karşılaştırmaları, DNA–gen–kromozom ilişkisini kavramaları ve hücre-doku-organ-sistem-organizma hiyerarşisini açıklamaları beklenmektedir (MEB, 2018).

Uygulama sürecinde derslere öğrencilerin ön bilgilerini yoklamak amacıyla, konuya hazırlanabilmeleri için ders kitabındaki sayfa 46'daki sorular yöneltilmiştir. Daha sonra hücrenin temel kısımları ve organelleri, tahtada detaylı çizimler yapılarak anlatılmıştır. Öğrencilerin konuyu somutlaştırmalarını kolaylaştırmak amacıyla sınıfta şematik çizimler yapılmış ve basit modellerden yararlanılmıştır.

Hayvan ve bitki hücrelerinin benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymak amacıyla sınıfta karşılaştırma tabloları oluşturulmuş ve öğrencilerden bu tabloları kendilerinin doldurmaları istenmiştir. Ayrıca sayfa 56'daki "Farklı Hücreleri İnceleyelim" deneyi, laboratuvar ortamında uygulanmış ve etkinlik değerlendirme soruları öğrenciler tarafından cevaplanmıştır. Bu süreçte öğrencilerden bazı kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Örneğin, bitki hücrelerinin daima kloroplast içerdiği yönündeki yanlış anlamalar gözlenmiştir. Bu tür kavram yanılgıları, öğretmen tarafından ek açıklamalar ve görsel örneklerle düzeltilmiştir.

DNA, gen ve kromozom kavramları işlenirken öğrencilerin daha önceki sınıf düzeylerinde karşılaştıkları kalıtım konusuyla bağlantılar kurulmuş, kavramlar arası ilişki basit şemalar aracılığıyla gösterilmiştir. Öğrencilerden kavramlar arasındaki bağlantıları kendi çizdikleri şemalarla ifade etmeleri istenmiştir.

Son olarak, hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisi, günlük hayatla ilişkilendirilerek ve okuldan örnekler verilerek anlatılmıştır. Bu etkinlikler sırasında öğrencilerin kavramsal anlayışlarını pekiştirmeleri sağlanmıştır.

Bu süreçte öğrenmenin kalıcılığını artırmak amacıyla soru-cevap, tartışma ve grup etkinlikleri gibi yöntemler kullanılmış, öğrencilerin aktif katılımı sağlanmaya çalışılmıştır (Demir & Yıldırım, 2020; MEB, 2018).

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda, 7. sınıf "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinin ikinci alt öğrenme alanı Mitozdur. Bu konu için toplam 4 ders saati önerilmiştir. Programda öğrencilerin mitozun canlılar için önemini kavramaları ve mitozun birbirini takip eden farklı evrelerden oluştuğunu açıklamaları beklenmektedir (MEB, 2018). Program, mitoz evrelerinin adlandırılmasına girmemekte ve sürecin genel özellikleri üzerinde durmaktadır.

Derslere geçmeden önce, öğrencilerin konuya hazırlanabilmeleri amacıyla ders kitabındaki sayfa 58'deki konuya hazırlık soruları yöneltilmiştir. Bu sorular, öğrencilerin ön bilgilerini hatırlamalarını ve dikkatlerini konuya yoğunlaştırmalarını sağlamıştır.

Hazırlık sorularının ardından, mitozun ne olduğu ve neden gerçekleştiği anlatılmıştır. Öğrencilere hücre bölünmesinin canlılar için önemi ve büyüme, gelişme ile yaraların iyileşmesi gibi süreçlerdeki rolü açıklanmıştır. Zigotun peş peşe bölünmesinin mitoz ile olan ilişkisi örnek olarak tartışılmıştır.

Mitoz süreci, tahtada detaylı çizimler ile gösterilmiş; evre isimlerine girilmeden "başlangıç, gelişme, sonuç" gibi basitleştirilmiş anlatımlar kullanılmıştır. Öğrencilerden süreci kendi defterlerinde şematik olarak göstermeleri istenmiştir.

Mitoz anlatımı tamamlandıktan sonra, etkinlik kağıtları üzerinden tekrar çalışması yapılmış ve öğrencilerin kavram yanılgıları gözlenerek ek açıklamalarla düzeltilmiştir. Ders süreci boyunca öğrencilerin aktif katılımı, tartışmalar ve grup etkinlikleri ile desteklenmiş, günlük yaşam örnekleri üzerinden bağlantılar kurularak öğrenmenin kalıcılığı artırılmıştır (MEB, 2018).

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda, 7. sınıf "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinin üçüncü alt öğrenme alanı Mayozdur. Bu konu için toplam 6 ders saati önerilmiştir. Programda öğrencilerin, üreme hücrelerinin mayozla oluşumunu, mayozun canlılar için önemini ve mayoz ile mitoz arasındaki temel farkları kavramaları hedeflenmektedir (MEB, 2018). Mayoz evreleri yalnızca Mayoz I ve Mayoz II olarak verilmekte, bölünme evrelerinin ayrıntılarına girilmemektedir.

Dersler, öğrencilerin konuya hazırlanabilmeleri amacıyla ders kitabındaki sayfa 62'deki konuya hazırlık soruları ile başlatılmıştır. Buna ek olarak, öğrencilerin eşeyli üreme ile ilgili ön bilgileri yoklanmıştır. Hazırlık çalışmaları sonrası, mayoz bölünmenin önemi ve görevleri anlatılmıştır. İnsan yaşamının döngüsü ve döllenme olayı, şema üzerinden görselleştirilerek açıklanmıştır.

Mayoz süreci, tahtada detaylı çizimler ile anlatılmış ve öğrencilerden süreci kendi defterlerinde şematik olarak göstermeleri istenmiştir. Mayoz I ve Mayoz II'deki önemli kısımlara özellikle değinilmiş, öğrencilerin kavram yanılgıları öğretmen tarafından ek açıklamalarla düzeltilmiştir. Mayoz ve mitoz arasındaki farklar,

karşılaştırmalı bir tablo ile gösterilmiş ve öğrencilerden farkları kendi tablolarına aktarmaları istenmiştir.

Uygulamada ayrıca, ders kitabındaki sayfa 67, 70, 71, 72 ve 73'te yer alan ünite değerlendirme soruları çözdürülmüş; öğrencilerin kavramsal anlayışları pekiştirilmiştir. Buna ek olarak, mayoz bölünme ve ikinci üniteye ait ünite sonu değerlendirme çalışma kağıtları uygulanmıştır.

Ders boyunca öğrencilerin konuyu derinlemesine kavramaları için bireysel ve grup etkinlikleri, tartışmalar ve şematik çalışmalar kullanılmıştır. Bu uygulamalar, öğrencilerin mayoz ve mitoz arasındaki temel farkları anlamalarını kolaylaştırmış ve kavramsal öğrenmenin pekişmesini sağlamıştır (MEB,2018).

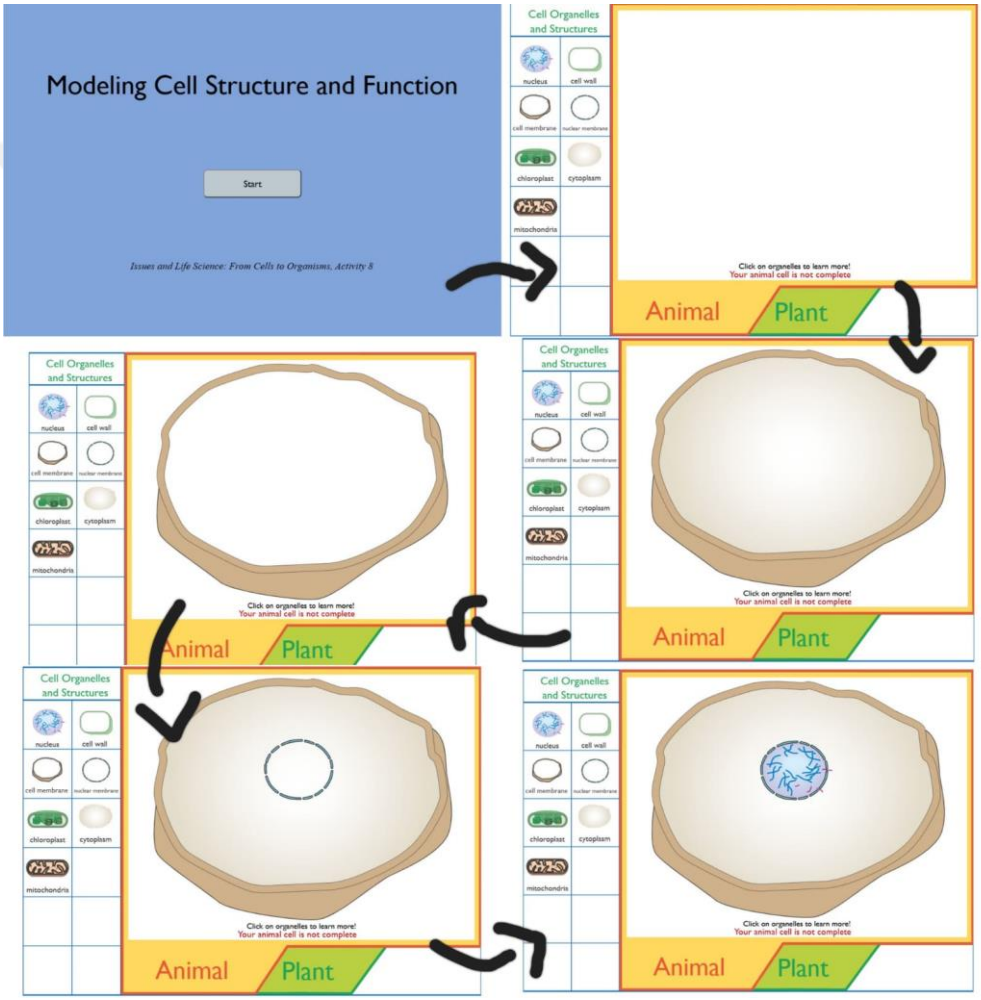
3.4.2 Mevcut Öğretim Programına Ek Olarak Web Destekli Öğretim Materyalleri ile Gerçekleştirilen Uygulama Süreci

Bu çalışmada, 7. sınıf Hücre ve Bölünmeler ünitesinin öğretiminde mevcut müfredatın öngördüğü kazanımlar temel alınarak, öğrenme sürecine web destekli öğretim materyalleri eklenmiştir. Uygulama öncesinde dersin kazanımları ve mevcut öğretim programı incelenmiş, hangi konuların web destekli materyaller ile desteklenebileceği belirlenmiştir. Hücre, hücre organelleri, mitoz ve mayoz bölünme gibi temel konuların görsel ve interaktif materyallerle pekiştirilmesi planlanmıştır. Ayrıca, kullanılacak web destekli öğretim materyalleri (animasyonlar, simülasyonlar, video dersler ve etkileşimli quizler) seçilmiş ve uygun öğretim sırasına göre ders planına entegre edilmiştir. Dersin başlangıcında öğrenciler, web materyallerinin kullanım amaçları ve ders süresince nasıl yararlanacakları konusunda bilgilendirilmiştir. Öğrencilerin bilgisayar ve internet kullanımıyla ilgili temel yeterlilikleri gözden geçirilmiş, gerek görülen yerlerde kısa bir teknik yönlendirme yapılmıştır. Bu adım, öğrencilerin materyallere erişimini ve etkileşimini kolaylaştırmıştır.

Hücre ve bölünmeler ünitesi mevcut öğretim programda üç alt öğrenme alanına sahiptir. Ders anlatım sürecine bu alt öğrenme alanlarında ilki olan F.7.2.1. Hücre ile başlanmıştır. Bu bölüme 6 ders saati ayrılmıştır. 1. Ders saati öğrencilerin öğrenciler hücre ve hücrenin temel kısımları olan hücre zarı, sitoplazma ve çekirdeğin görevlerini kavrayacakları şekilde planlanmıştır. Dersin başında öğrencilere "Hücre nedir?" ve "Günlük hayatımızda hücreleri nerelerde

görebiliriz?" gibi sorular sorarak öğrencilerin ön bilgilerini açığa çıkartacak kısa tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Ardından, öğrencilere Cells Unit: Modeling Cell Structure and Function (https://sepup.lawrencehallofscience.org/cells-unit-modeling-cell-structure-and-function/) aracılığıyla hücrenin temel kısımları olan hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek anlatılmış ve bu organellerin görevleri açıklanmıştır. Öğrencilerin tahta ile etkileşim halinde, hücrenin temel kısımlarını göstermesini görevlerini açıklaması istenmiştir.



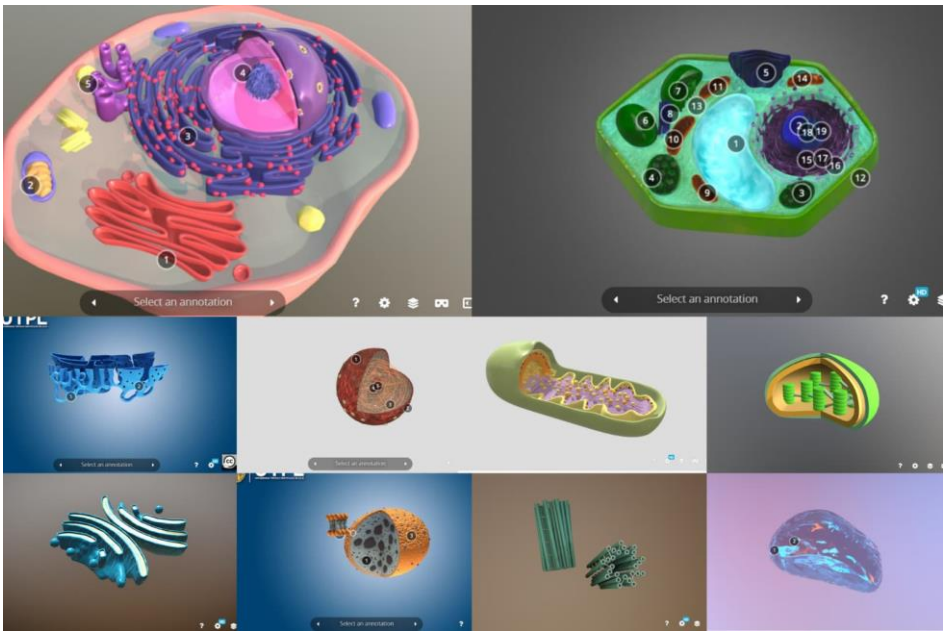
Şekil 3.1 Cells Unit: Modeling Cell Structure and Function

Konu anlatım kısmı tamamladıktan sonra öğrenciler, web destekli öğretim materyallerinden olan LearningApps ve Wordwall ile hücrenin temel kısımları ile ilgili öğrendiklerini pekiştirmiştir.



Şekil 3.2 LearningApps ve Wordwall sitesinde bulunan hücrenin temel kısımları ile ilgili oyunlar

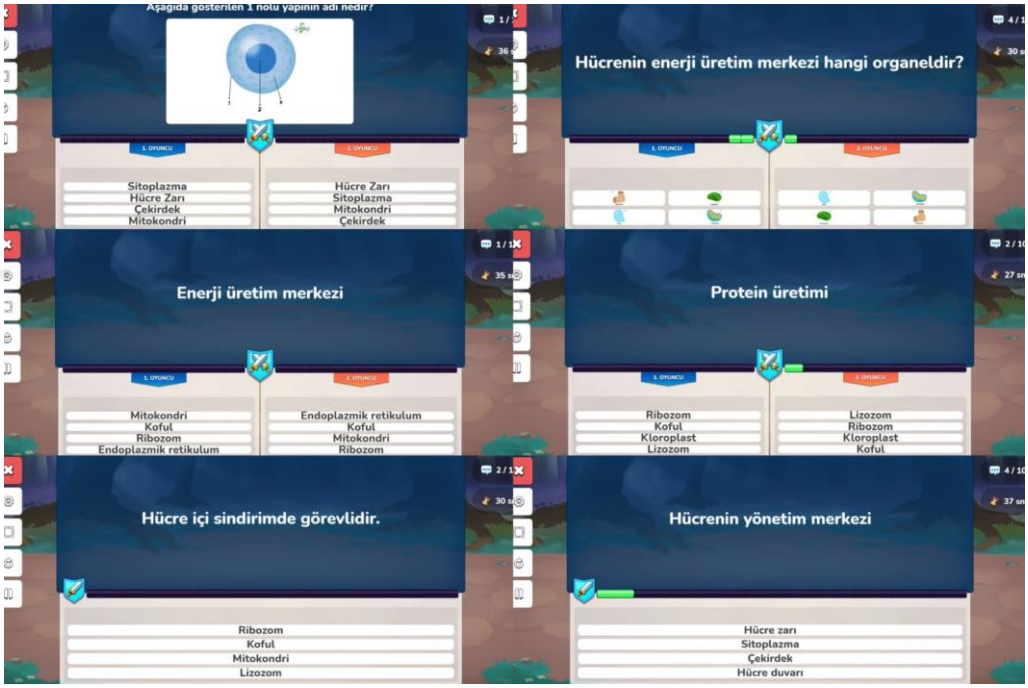
2.Ders saatinde öğrenciler, hücrede bulunan organellerin isimlerini ve temel görevlerini kavrayacakları şekilde planlanmıştır. Dersin başında önceki derste öğrenilen hücrenin temel organelleri (hücre zarı, sitoplazma, çekirdek) hatırlatılarak derse giriş yapılmıştır. Ardından, öğrenciler hücrede yer alan organellerin isimleri, bulundukları yerler ve görevleri Sketchfab (https://sketchfab.com/) sitesinde bulunan 3D animasyonlar üzerinden anlatılmıştır.



Şekil 3.3 Sketchfab hücrenin organelleri modeli

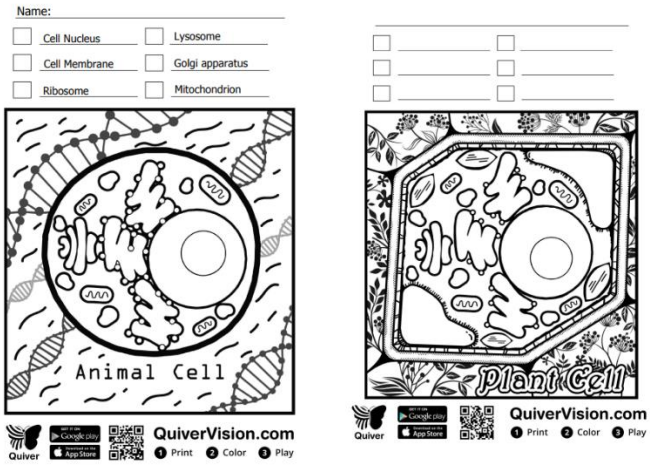
3.Ders saatinde bir önceki derste öğrenilenleri gözden geçirmek için öğrencilere her bir organelin görevini birer cümle ile özetlenir. Daha sonra Classdojo

uygulamasından rastgele çıkan 2 öğrenci birbirlerine organeller ile ilgili soru sorup cevaplamış, bu sayede akran iletişimi ile öğrendiklerini pekiştirmişlerdir. Bu aşamadan sonra öğrenciler Eduhol üzerinden hazırlanmış etkinliğine katıldılar. Bu etkinlikler bireysel veya iki kişiden oluşan oyunlardır. Öğreniciler verilen sorunun cevabını bulmaya çalışır. Böylece hem eğlenerek öğrenirler hem de bilgilerini pekiştirirler.



Şekil 3.4 Eduhol sitesi hücrenin organelleri testi

4.Ders saatinde öğrencilere, bitki ve hayvan hücrelerinin temel organeller açısından benzerliklerini ve farklılıklarını, bu farklılıkların canlıların yapısı ve işlevleri üzerindeki önemi anlatılmıştır. Dersin başında önceki derslerde öğrenilen temel organelleri hatırlatılmış ve kısa sorular yönelterek öğrencilerin dikkati konuya çekilmiştir. Ardından öğrencilere bitki ve hayvan hücresine ait hücre resimleri verilmiş bunları dilediği gibi boyamaları istenmiştir.



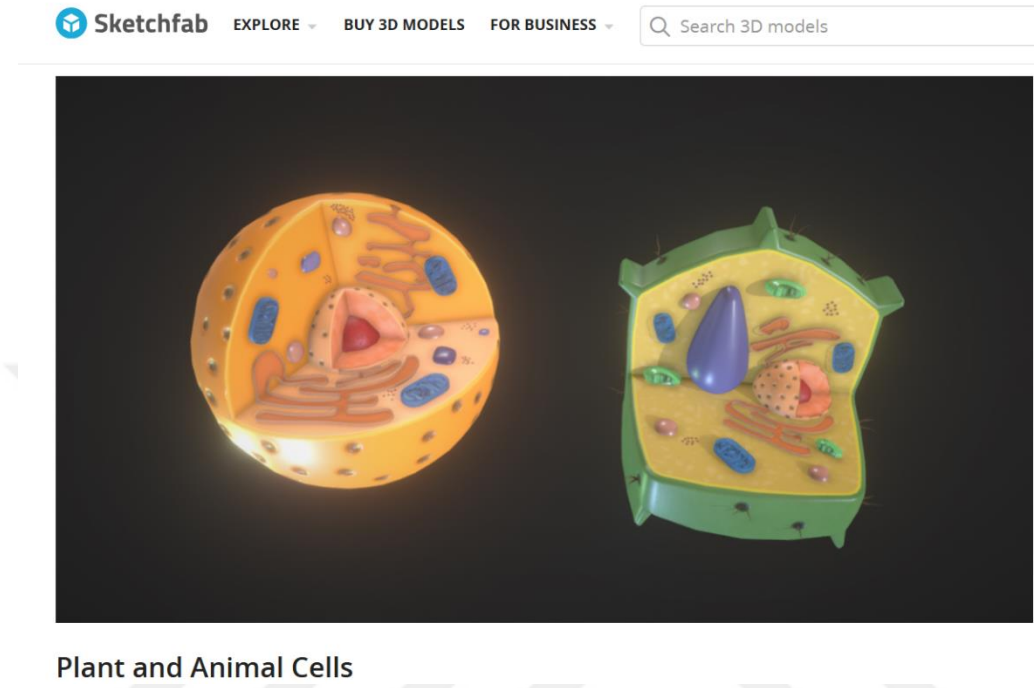
Şekil 3.5 Quiver uygulaması AR kağıtları

Öğrencilerin boyadıkları kağıtlar Quiver uygulamasında taratılıp 3D hale getirilmiştir. Bu 3D görsel üzerinden öğrenciler bitki ve hayvan hücresinde farklı olan organelleri keşfetmişlerdir.



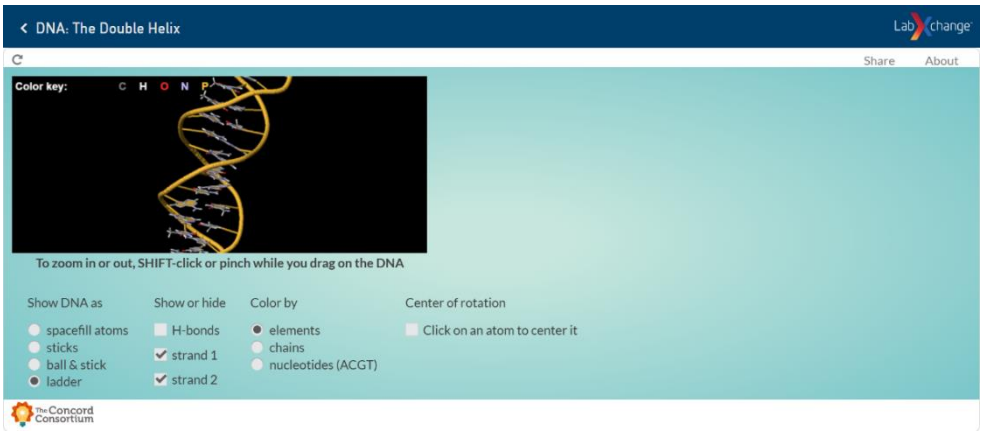
Şekil 3.6 Quiver uygulaması 3D modeller

Her bir öğrenci görseli taradıktan sonra akıllı tahta üzerinden Sketchfab uygulamasında bitki ve hayvan hücresi animasyon halinde karşılaştırılarak gösterilmiştir. Karşılaştırma tablosu tahtaya yazılmış ve tekrar yapılarak ders sonlanmıştır.



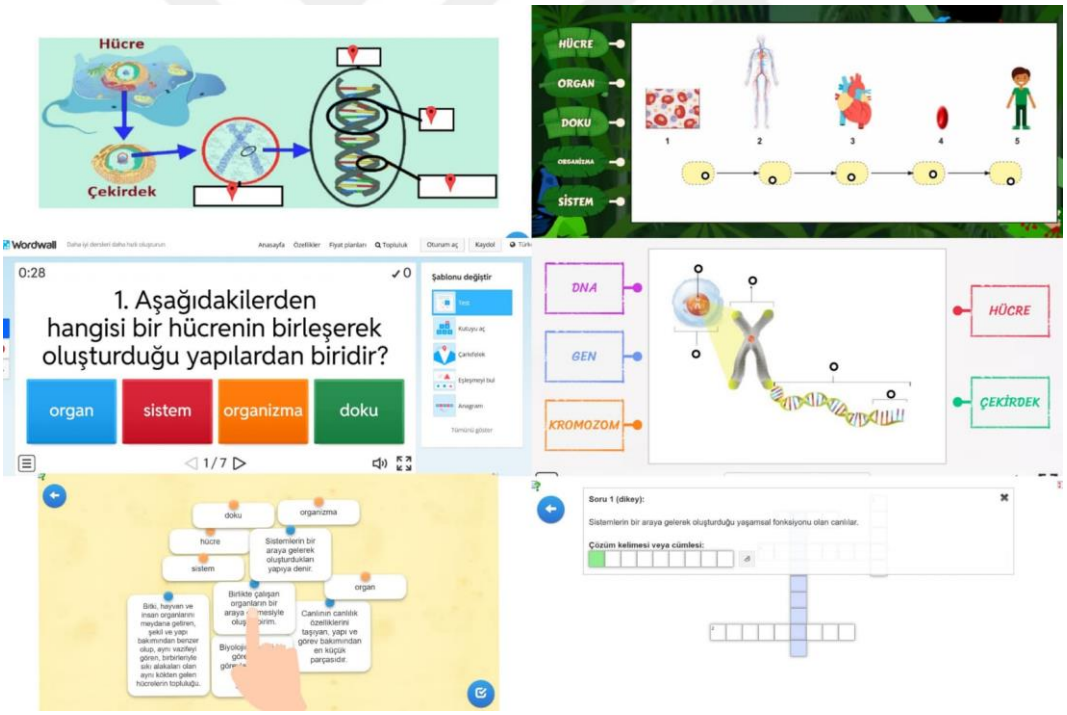
Şekil 3.7 Sketchfab sitesi hayvan ve bitki hücresi modeli

5.Ders saatinde DNA, gen ve kromozom kavramları ve hücrelerin bir araya gelerek dokuları, dokuların organları, organların sistemleri ve sistemlerin de organizmayı oluşturduğunu öğretilmiştir. Ders başında öğrencilerin daha önce öğrendiği hücre bilgisi, hücre çekirdeği ve görevleri hatırlatılmıştır. Öğrencilere "Hücre nedir ve en küçük canlı yapı taşı olarak neden önemlidir?" "Çekirdek hücrede neyi saklar?" "Hücrenin genetik bilgisini taşıyan yapı nedir?" şeklinde sorular yöneltilip düşünme ortamı oluşturulmuştur. Öğrencilere Labxchane sitesinde (https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:5c1562b9:lx_simulation:1?fullscreen=true) 3D simülasyon olan DNA: The Double Helix üzerinden DNA, gen ve kromozom kavramı anlatılmıştır.



Şekil 3.8 Labxchane sitesi DNA: The Double Helix

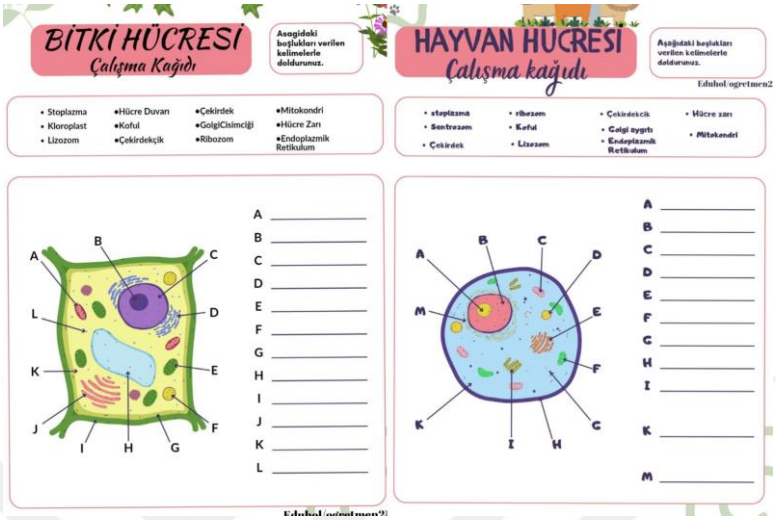
Ardından, internet ortamında bulunan görseller kullanarak hücre-doku-organ-sistem-organizma basamaklarını görsel bir zincir şeklinde öğrencilere gösterilmiş ve anlatılmıştır. Dersin devam eden süreçte Learningapps ve Wordwall üzerinden eşleştirme, etiketli diyagram, test ve bulmaca oyunları oynatılmıştır.



Şekil 3.9 Learningapps ve Wordwall sitesi hücreden organizmaya ve DNA etkinliği

6.Derste öğrenciler, hücre ile ilgili bilgilerin tarihsel süreçte nasıl değiştiğini öğrenerek, bilimsel bilginin kesin değil; değişebilir ve gelişebilir olduğunu fark etmişlerdir. Dersin başında öğrencilere "Sizce insanlar hücreyi ilk gördüklerinde nasıl düşünmüş olabilirler?" sorusu ile merak uyandırılmış ve tartışma ortamı

oluşturulmuştur. Ardından internet sitelerinden yararlanılarak kronolojik olarak hücrenin tarihsel gelişimi anlatılmıştır. Birinci alt öğrenme alanının ders anlatımı bittiğinde web destekli materyaller ile tekrar yapılmıştır. İlk etkinlik olarak Eduhol sitesi üzerinden hücrenin organelleri etkinlik kâğıdı yapılmıştır.



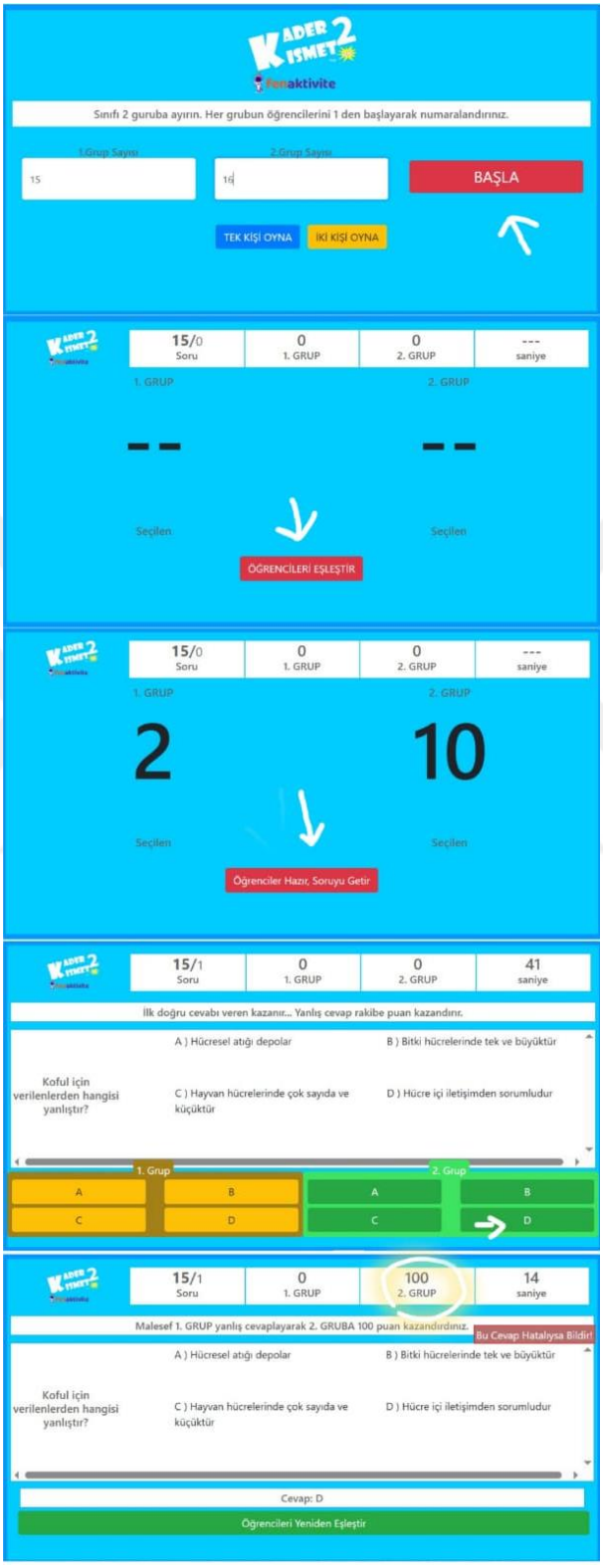
Şekil 3.10 Eduhol sitesi bitki ve hayvan hücresi çalışma kâğıdı

2.etkinlik olarak Fen Aktivite sitesinden Büyük Risk oyunu oynanmıştır. Oyunda 50,100,150,200 ve 250 puanlık sorular bulunmaktadır. Bu sorular kolaydan zora olacak şekildedir. Toplamda 30 adet soru bulunmaktadır. Rastgele tahtaya çıkan öğrenciler, seçtiği kutuyu açıp içinden çıkan soruyu cevaplamıştır.



Şekil 3.11 Fen Aktivite sitesi hücre ve organelleri büyük risk oyunu

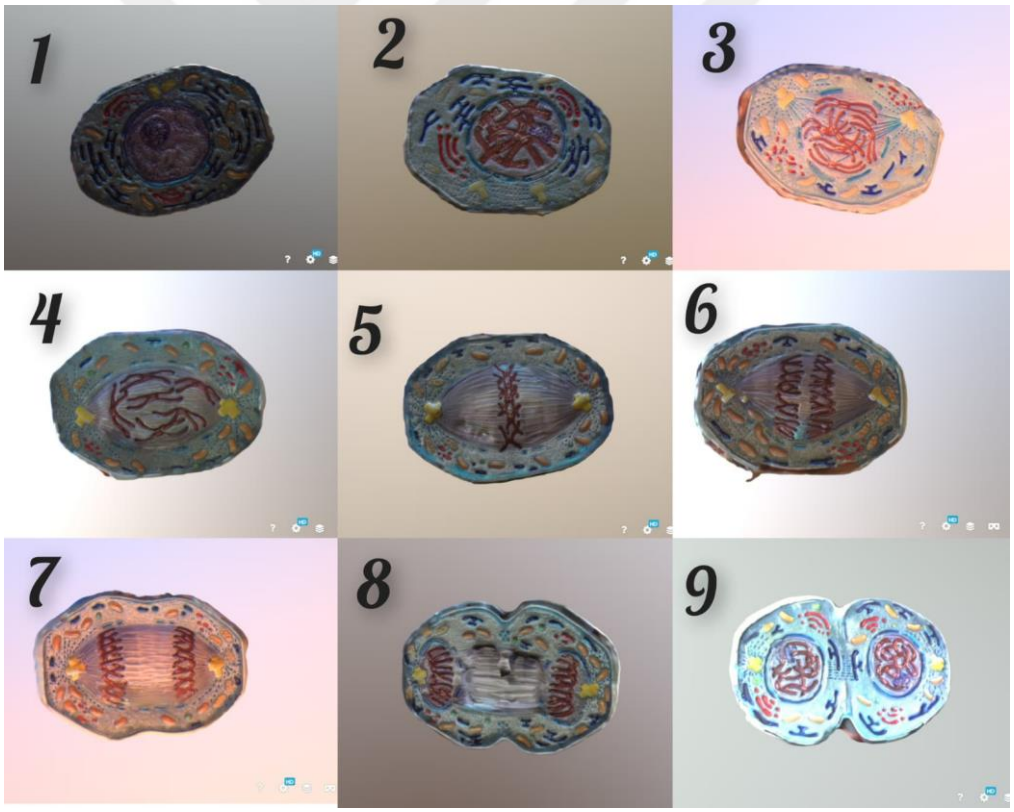
3.etkinlik ve son etkinlik olarak yine Fen Aktivite sitesi üzerinden Kader Kısmet oyunu oynanmıştır. Sınıf iki gruba ayrılmış ve yarışma yapılmıştır.



Şekil 3.12 Fen Aktivite sitesi hücre ve organelleri kader kısmet oyunları

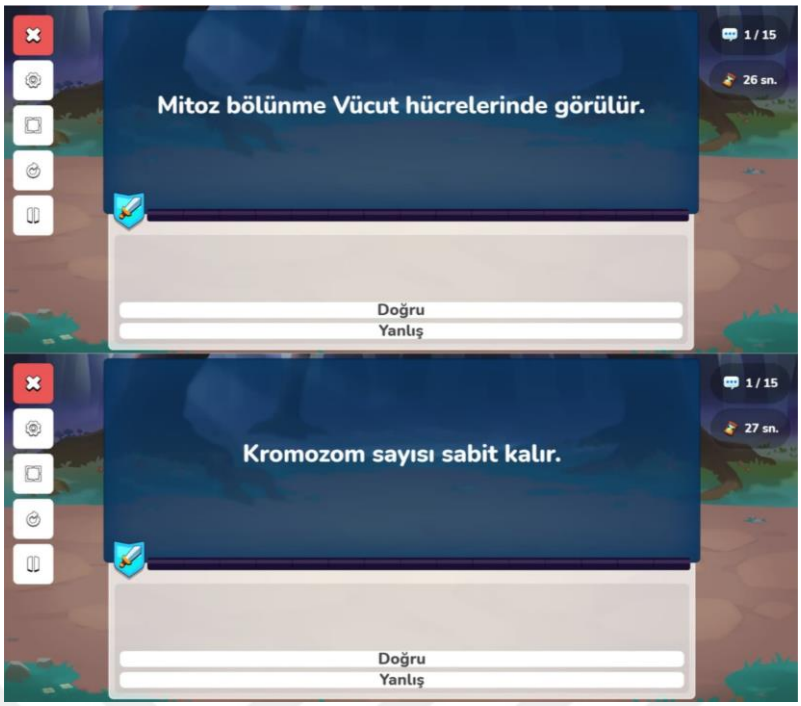
Hücre ve bölünmeler ünitesinin alt öğrenme alanlarında ikincisi olan F.7.2.2. Mitoz bölümüne 4 ders saati ayrılmıştır. 1.ders saatinde “Vücudumuzdaki yaralar nasıl iyileşir? Bir bitki büyüyorsa hücreleri nasıl çoğalır?” gibi düşünmeyi destekleyen sorular ile derse başlanmıştır. Ardından akıllı tahta üzerinden hücre bölünmesine dair kısa bir video izletilmiştir. Video sırasında ve sonrasında mitozun canlılar için önemini vurgulanmıştır. Mitozun büyüme, yaraların onarımı, genetik bilgi aktarımında görev aldığı açıklanmıştır. Mitozun canlılar için önemi ve mitozun birbirini takip eden aşamalardan oluştuğu anlatılıp, not edilmiştir.

2.Ders saatinde mitozun canlılar üzerindeki önemine tekrar değinilmiş ve mitozun birbirini takip eden evrelerinin özellikleri akıllı tahta üzerinden sketchfab sitesindeki 3D boyutlu modeller ile sözel olarak anlatılmıştır. Eş zamanlı olarak normal tahta ile özellikler yazıya dökülmüş, görseller çizilerek defterlere not edilmiştir.



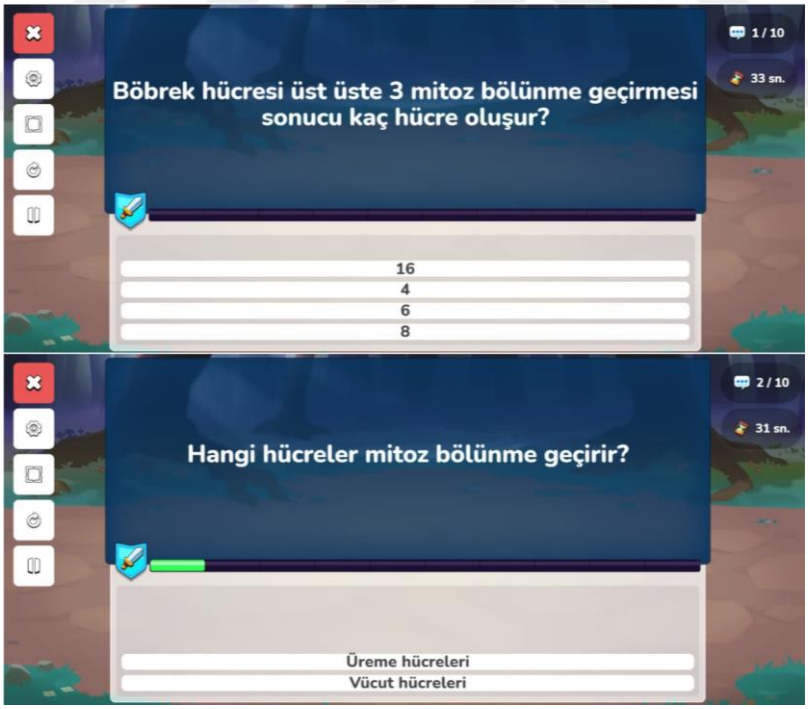
Şekil 3.13 Sketchfab sitesi mitozun aşamaları modeli

3.Ders saatinde mitozun canlılar için önemi ve evreleri soru cevap yöntemiyle tekrar edilmiş ve konuyu pekiştirecek web destekli etkinlikler yapılmıştır. 1.etkinlik olarak Eduhol sitesi üzerinden 30 adet doğru-yanlış etkinliği yapılmıştır.



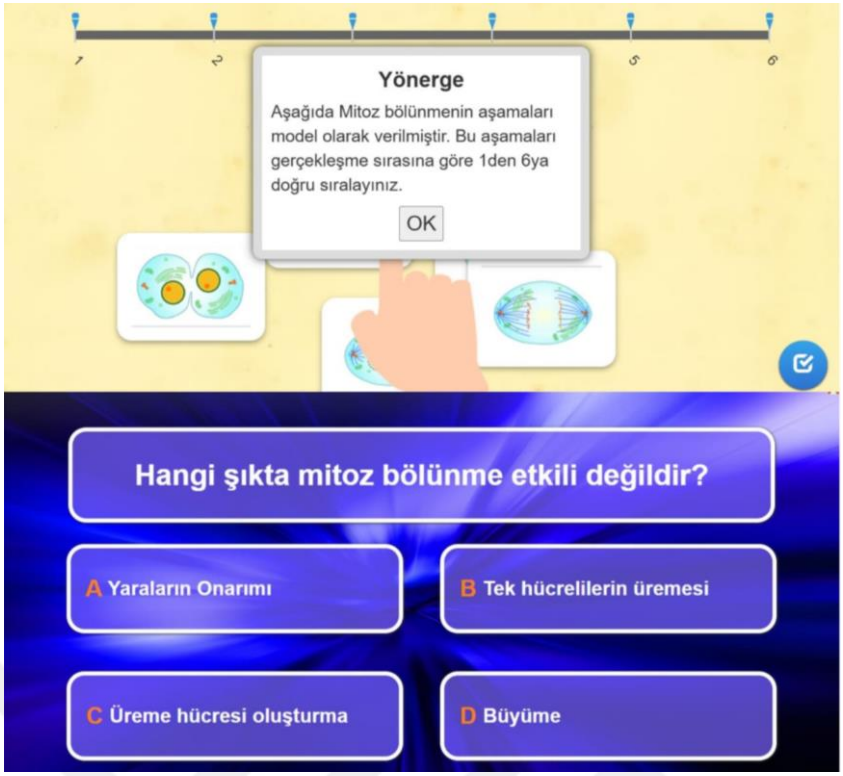
Şekil 3.14 Eduhol sitesi mitoz bölünme etkinliği

2.Etkinlik olarak Eduhol sitesi üzerinden test tarzında etkinlik uygulanmıştır.



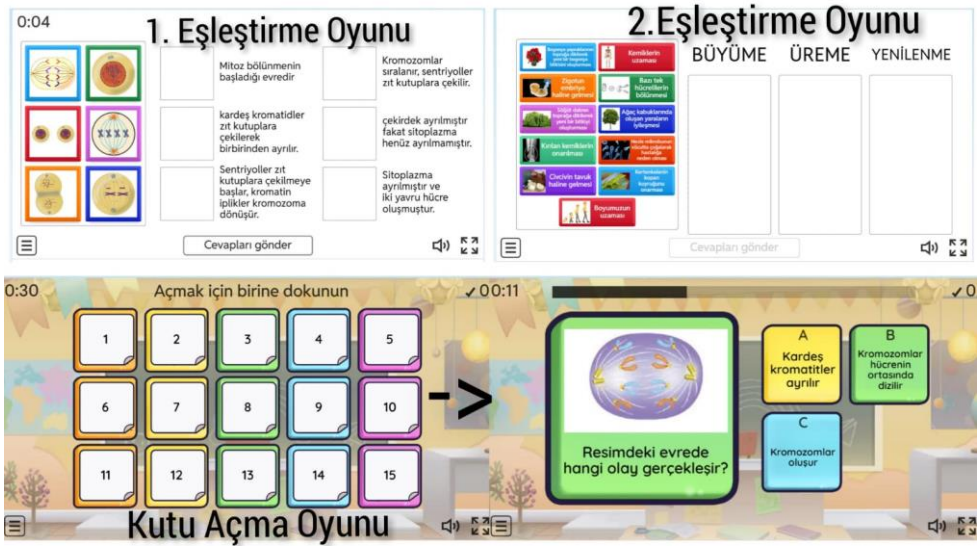
Şekil 3.15 Eduhol sitesi mitoz testi

3.ve 4. etkinlik olarak Learningapps üzerinden eşleştirme ve kim milyoner olmak ister oyunu oynatılmıştır.



Şekil 3.16 Learningapss sitesi mitoz bölünme etkinlikleri

5. ve 6. Etkinlik olarak Wordwall sitesi üzerinden 2 adet eşleştirme ve kutuyu aç oyunu oynanmıştır.



Şekil 3.17 Wordwall sitesi mitoz bölünme etkinlikleri

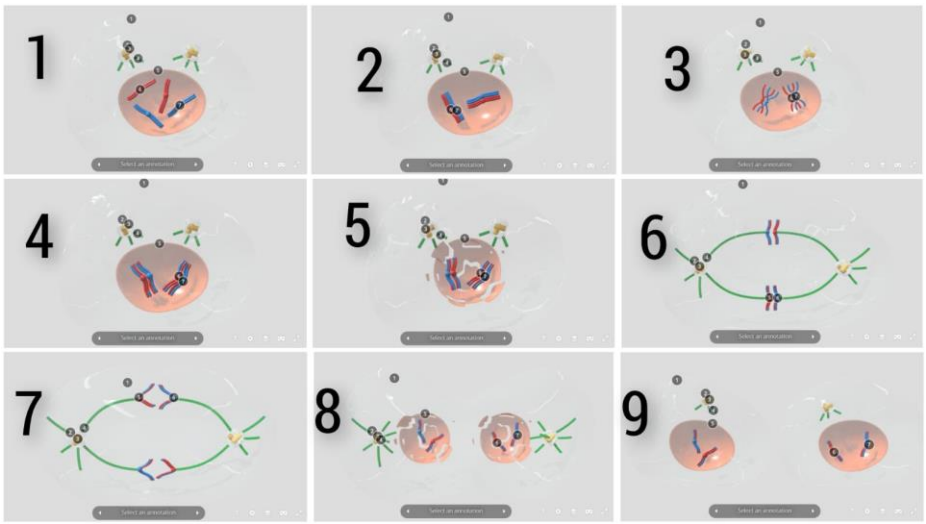
4.Ders saatine girmeden öğrencilere mitoz konusuyla ilgili sınıf içi turnuva yapılacağı söylenmiştir. Turnuva Fen Aktivite sitesi üzerinden oynanmıştır. Öğrenciler classdojo uygulaması üzerinden eşleştirilmiştir. Eşleştirilen öğrencilerden tahtada çıkan soruya ilk cevap veren öğrenci bir sonraki aşamaya

yükselmiştir. Turnuva sonucunu belirlemek için Fen Aktivite üzerinden 4 adet yarışma uygulanmıştır.



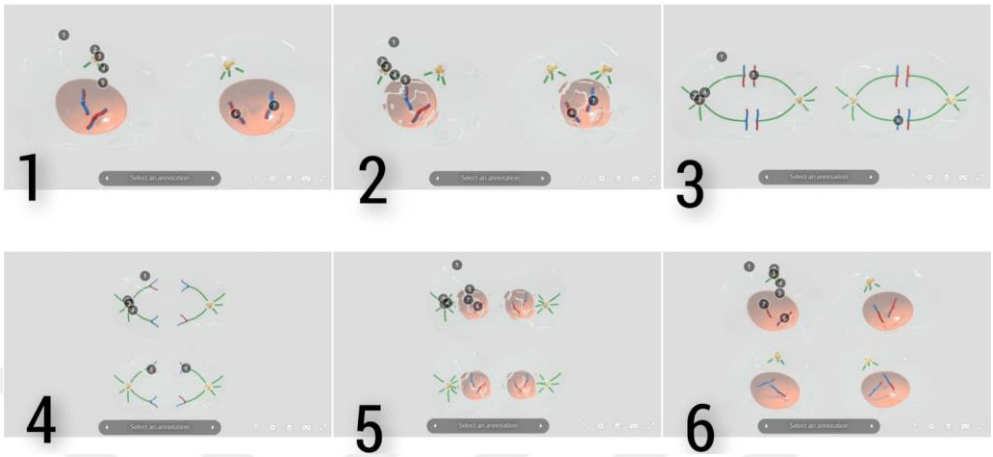
Şekil 3.18 Fen Aktivite sitesi mitoz bölünme yarışması

Hücre ve bölünmeler ünitesinin alt öğrenme alanlarında üçüncüsü olan F.7.2.3. Mayoz bölümüne 6 ders saati ayrılmıştır. 1.Ders saatinin giriş aşamasında öğrencilere "Bir çocuk neden anne ve babasına benzer ama tıpatıp aynı olmaz?" "Bir organizmanın genetik çeşitliliği neden önemlidir?" gibi sorularak sorarak ön bilgileri harekete geçirilmiştir. Mayozun türün devamı, çeşitlilik ve üreme hücrelerinin oluşumundaki rolü açıklanmıştır. Mayoz I aşaması scketchfab üzerinden 3D model ile anlatılmıştır. Anlatılan bilgiler ve görseller tahtaya çizilmiş, öğrenciler defterlerine not etmişlerdir.



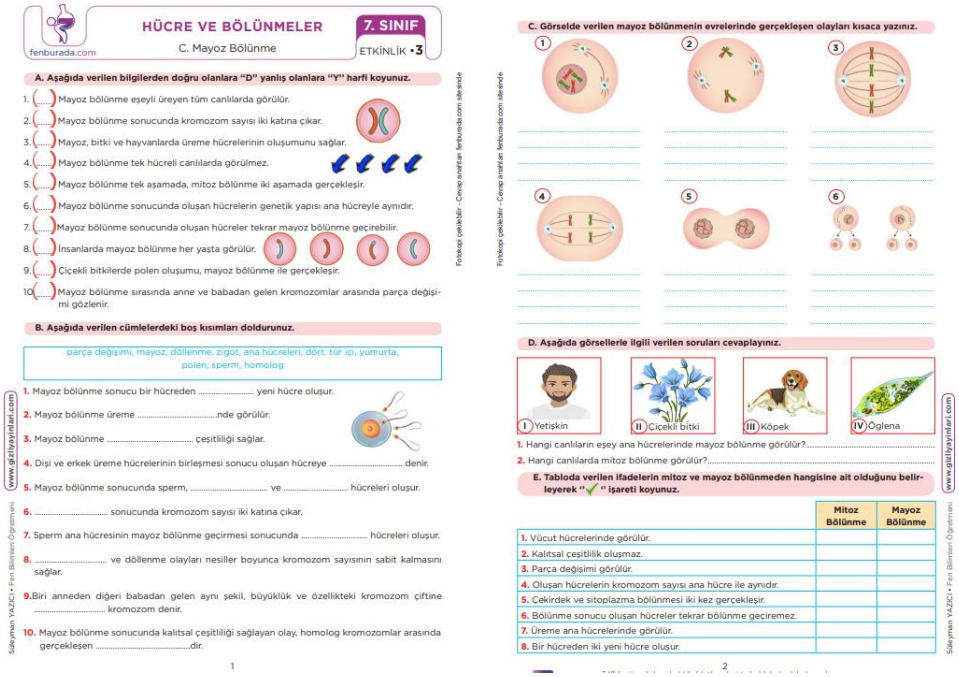
Şekil 3.19 Sketchfab sitesi mayoz I aşamaları modeli

2.Ders saatinde öğrencilere Mayoz I aşaması tekrar edilerek hatırlatılmış ve Mayoz II aşamasına geçiş yapılmıştır. Mayoz II aşaması sketchfab sitesindeki 3D modeller üzerinden anlatılmıştır. Ek olarak tahtaya yazılıp ve çizilen Mayoz II aşamalarını öğrenciler defterlerine not etmişlerdir.



Şekil 3.20 Sketchfab sitesi mayoz II aşamaları modeli

3.Ders saatinde Mayoz bölünme tekrar edilmiş ve fenburada.com sitesi üzerinden etkinlik kâğıdı yapılmıştır.


HÜCRE VE BÖLÜNMELER
7. SINIF
C. Mayoz Bölünme
ETKİNLİK •3
fenburada.com

A. Aşağıda verilen bilgilerden doğru olanlara "D" yanlış olanlara "Y" harfi koyunuz.

1. (....) Mayoz bölünme eşeyli üreyen tüm canlılarda görülür.
2. (....) Mayoz bölünme sonucunda kromozom sayısı iki katına çıkar.
3. (....) Mayoz, bitki ve hayvanlarda üreme hücrelerinin oluşumunu sağlar.
4. (....) Mayoz bölünme tek hücreli canlılarda görülmez.
5. (....) Mayoz bölünme tek aşamada, mitoz bölünme iki aşamada gerçekleşir.
6. (....) Mayoz bölünme sonucunda oluşan hücrelerin genetik yapısı ana hücreyle aynıdır.
7. (....) Mayoz bölünme sonucunda oluşan hücreler tekrar mayoz bölünme geçirebilir.
8. (....) İnsanlarda mayoz bölünme her yaşta görülür.
9. (....) Çiçekli bitkilerde polen oluşumu, mayoz bölünme ile gerçekleşir.
10. (....) Mayoz bölünme sırasında anne ve babadan gelen kromozomlar arasında parça değişimi gözlenir.

B. Aşağıda verilen cümlelerdeki boş kısımları doldurunuz.

parça değişimi, mayoz, döllenme, zigot, ana hücreleri, dört, tür içi, yumurta, polen, sperm, homolog

1. Mayoz bölünme sonucu bir hücreden ..... yeni hücre oluşur.
2. Mayoz bölünme üreme .....nde görülür.
3. Mayoz bölünme ..... çeşitliliği sağlar.
4. Dişi ve erkek üreme hücrelerinin birleşmesi sonucu oluşan hücreye ..... denir.
5. Mayoz bölünme sonucunda sperm, ... ve ..... hücreleri oluşur.
6. ..... sonucunda kromozom sayısı iki katına çıkar.
7. Sperm ana hücresinin mayoz bölünme geçirmesi sonucunda ..... hücreleri oluşur.
8. ..... ve döllenme olayları nesiller boyunca kromozom sayısının sabit kalmasını sağlar.
9. Biri anneden diğeri babadan gelen aynı şekil, büyüklük ve özellikteki kromozom çiftine ..... kromozom denir.
10. Mayoz bölünme sonucunda kalıtsal çeşitliliği sağlayan olay, homolog kromozomlar arasında gerçekleşen .....dir.

www.gizliyayinlari.com
Süleyman YAZICI • Fen Bilimleri Öğretmeni

1

Fotokopi çekilebilir - Cevap anahtarı fenburada.com sitesinde

C. Görselde verilen mayoz bölünmenin evrelerinde gerçekleşen olayları kısaca yazınız.

1
2
3
4
5
6

D. Aşağıda görsellerle ilgili verilen soruları cevaplayınız.

I Yetişkin
II Çiçekli bitki
III Köpek
IV Öglena

1. Hangi canlıların eşey ana hücrelerinde mayoz bölünme görülür?.....
2. Hangi canlılarda mitoz bölünme görülür?.....

E. Tabloda verilen ifadelerin mitoz ve mayoz bölünmeden hangisine ait olduğunu belirleyerek "✓" işareti koyunuz.

	Mitoz Bölünme	Mayoz Bölünme
1. Vücut hücrelerinde görülür.		
2. Kalıtsal çeşitlilik oluşmaz.		
3. Parça değişimi görülür.		
4. Oluşan hücrelerin kromozom sayısı ana hücre ile aynıdır.		
5. Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi iki kez gerçekleşir.		
6. Bölünme sonucu oluşan hücreler tekrar bölünme geçiremez.		
7. Üreme ana hücrelerinde görülür.		
8. Bir hücreden iki yeni hücre oluşur.		

www.gizliyayinlari.com
Süleyman YAZICI • Fen Bilimleri Öğretmeni

2

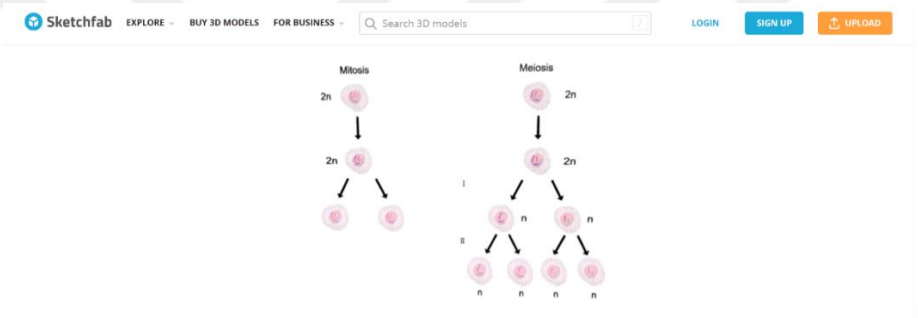
Şekil 3.21 Fen Burada sitesi mayoz bölünme etkinlik kâğıdı

3.olarak Eduhol sitesi üzerinden mayoz bölünme ile ilgili doğru ve yanlış etkinliği yapılmıştır.



Şekil 3.22 Eduhol sitesi mayoz bölünme oyunu

4.Ders saatinde mitoz ve mayoz bölünme sorular ile tekrar hatırlatılmıştır. Sketchfab üzerinden mitoz ve mayoz da oluşan hücre sayıları karşılıklı gösterilmiştir.



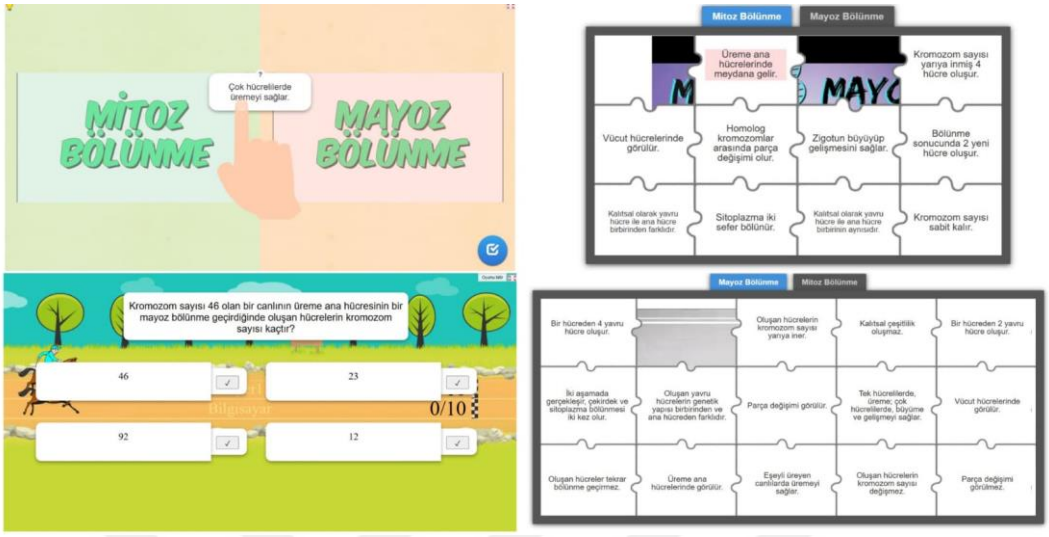
Şekil 3.23 Sketchfab sitesi mitoz ve mayoz bölünme şeması

Normal tahta üzerinden mitoz ve mayoz arasındaki farklılıklar tablo oluşturularak yazılmıştır. mitoz ve mayoz arasındaki farklılıkları pekiştirmeleri için öğrencilere Eduhol sitesi üzerinden "Mitoz mu? Mayoz mu?" etkinliği yapılmıştır.



Şekil 3.24 Eduhol sitesi mayoz- mitoz farkları oyunları

5.Ders saatinde Mitoz ve Mayoz konusunu pekiştirmek için birçok web destekli etkinlikten faydalanılmıştır. Learningapps sitesinden eşleştirme, yapboz ve test etkinlikleri yapılmıştır.



Şekil 3.25 Learningapps sitesi mayoz-mitoz farkları oyunları

Wordwall sitesi üzerinden doğru-yanlış, eşleştirme ve test etkinlikleri yapılmıştır.



Şekil 3.26 Wordwall sitesi mitoz ve mayoz etkinlikleri

6.Ders saatinde ünite tekrarı yapılmış ardından ders bitimine kadar bütün öğrencilerin katılımı ile Fen Aktivite sitesi üzerinden çeşitli testler çözülerek ünite pekiştirilmiştir.



Şekil 3.27 Fen Aktivite sitesi hücre ve bölünmeler ünitesi testleri

Ünite kapsamında web destekli materyaller kullanılarak Hücre ve Bölünmeler konusunun öğretimi, alt öğrenme alanları sırasıyla işlenerek tamamlanmıştır. Hücrenin temel kısımları, organeller, bitki ve hayvan hücreleri, DNA, gen ve kromozom kavramları ile mitoz ve mayoz bölünme, ders saatleri ve web destekli öğretim aracılığıyla aşama aşama öğretilmiş, her konunun ardından çeşitli tekrar ve pekiştirme çalışmaları yapılmıştır.

3.5 Verilerin Çözümlenmesi

Bu araştırmada toplanan veriler, çalışmanın karma yöntem desenine uygun olarak hem nicel hem de nitel analiz teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Her bir veri türü kendi yapısına uygun olarak çözümlenmiş ve bulgular, kavramsal değişim yaklaşımı çerçevesinde yorumlanmıştır.

3.5.1 Nicel Verilerin Analizi

Nicel veriler, istatistiksel paket programı SPSS 30.0 kullanılarak analiz edilmiştir. Ön test ve son test uygulamalarından elde edilen veriler ile öğrencilerin başarı düzeyleri arasındaki değişim değerlendirilmeye çalışılmıştır.

3.5.1.1 Hücre ve Bölünmeler Başarı Testi Veri Analizi

Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi, çoktan seçmeli 36 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde için doğru cevaplara 1 puan, yanlış ve boş bırakılan cevaplara ise 0 puan verilmiştir. Bu nedenle testten alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan ise 36'dır. Yani bir öğrenci tüm maddeleri doğru yanıtladığında testten 36 puan almaktadır.

Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi ile elde edilen puanlara öncelikle normallik testi (Shapiro-Wilk) uygulanmıştır (Field, 2018). Yapılan analizler sonucunda hem ön test ($p<.001$) hem de son test ($p<.001$) için normallik varsayımının karşılanmadığı görülmüştür. Ayrıca, ön test için basıklık (kurtosis) değeri 2.027, son test için ise 0.536 olarak bulunmuştur. Bu değerler, dağılımın normalden sapma gösterdiğini ortaya koymaktadır (Kim, 2013; Hair, Black, Babin & Anderson, 2022). Bu nedenle parametrik testler yerine non-parametrik testler tercih edilmiştir. Bununla birlikte, her bir gruptaki katılımcı sayısının 30'un üzerinde olması, parametrik testlerin normal dağılımdan sapmalar olsa bile güvenilir sonuçlar vermesini sağlamıştır (Büyüköztürk, 2021). İstatistiksel güvenirliği artırmak ve dağılım farklılıklarını dikkate almak amacıyla, ilgili karşılaştırmalarda non-parametrik (Mann–Whitney U testi) analizlerden yararlanılmıştır.

3.5.2 Nitel Verilerin Analizi

3.5.2.1 Hücre ve Bölünmeler Kavram Karikatürü Analizi

Bu çalışmada, öğrencilerin Hücre ve Bölünmeler konusundaki kavramsal anlayışlarını belirlemek amacıyla Kavram Karikatürü Tekniği kullanılmıştır. Öğrencilerden hem ön test hem de son test aşamalarında kavram karikatürlerini doldurmaları istenmiştir. Kavram karikatüründe iki aşamalı soru yapısı kullanılmıştır. Bu doğrultuda, her bir madde iki bölümden oluşmaktadır: birinci aşama öğrencinin kavramla ilgili düşüncesini, ikinci aşama ise bu düşüncenin gerekçesini ortaya koymaktadır (Coştu, 2007; Coştu, Ayas & Niaz, 2010). İki aşamalı soru maddelerinin puanlandırılmasında, Fatma Coştu'nun (2021) çalışmasında önerilen değerlendirme kriterleri temel alınmıştır. Bu kriterler ve puan karşılığı Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Kavram testinde yer alan iki aşamalı soruların analizinde kullanılan kriterler ve puanlar

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri***	**Açıklama**	**Puan**
Tam Anlama (TA)	D-TD	Birinci aşamadaki seçeneğin doğru seçildiği, ikinci aşamada tam doğru açıklamaların yapıldığı cevaplar	4
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	Birinci aşamadaki seçeneğin doğru seçildiği, ikinci aşamada kısmen doğru açıklamaların yapıldığı cevaplar	3
	D-B	Birinci aşamadaki seçeneğin doğru seçildiği, ikinci aşamanın boş bırakıldığı cevaplar	3
	Y-TD	Birinci aşamadaki seçeneğin yanlış seçildiği, ikinci aşamada tam doğru açıklamaların yapıldığı cevaplar	3
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA +KY)	D-Y	Birinci aşamadaki seçeneğin doğru seçildiği, ikinci aşamanın yanlış açıklamaların yapıldığı cevaplar	2
	Y-KD	Birinci aşamadaki seçeneğin yanlış seçildiği, ikinci aşamada kısmen doğru açıklamaların yapıldığı cevaplar	2

Tablo 3.1. Kavram testinde yer alan iki aşamalı soruların analizinde kullanılan kriterler ve puanlar (Devamı)

Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	Birinci aşamadaki seçeneğin yanlış seçildiği, ikinci aşamada yanlış açıklamaların yapıldığı cevaplar	1
	Y-B	Birinci aşamadaki seçeneğin yanlış seçildiği, ikinci aşamanın boş bırakıldığı cevaplar	1
Anlamama (A)	B-İ	Birinci aşamanın boş bırakıldığı, ikinci aşamada ilgisiz açıklamaların yapıldığı cevaplar	0
Cevap Yok (CY)	B-B	Her iki aşamanın da boş bırakıldığı cevaplar	0

*D: Doğru, TD: Tam Doğru, KD: Kısmen Doğru, Y: Yanlış, B: Boş, İ: İlgisiz

Tüm yanıtlar bu kategorilere göre kodlanmış ve sınıflandırılmıştır. Kodlama sürecinde, öğrencilerin cevapları titizlikle incelenmiş ve anlaşmazlık durumlarında tekrar gözden geçirilmiştir. Kodlanan veriler üzerinden frekans ve yüzdelik dağılımlar hesaplanmış, böylece öğrencilerin her kategorideki dağılımları sistematik olarak analiz edilmiştir.

Ön test ve son test verileri, öğrencilerin kavramsal anlayışlarındaki değişimi görmek amacıyla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu süreç, öğretim etkinliğinin öğrencilerin kavramsal düzeyini nasıl etkilediğini anlamak için bir temel oluşturmuştur.

3.5.2.2 Hücre ve Bölünmeler Yarı Yapılandırılmış Görüşme Analizi

Nitel veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen öğrenci ifadeleri doğrultusunda analiz edilmiştir. Nitel veri analizi sürecinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Görüşme verileri öncelikle araştırmacı tarafından yazıya dökülmüş, ardından veriler tekrar okunarak kodlar

oluşturulmuştur. Bu kodlar altında temalar ve alt temalar belirlenmiş, görüşme verileri bu temalar altında gruplanmıştır.

Analiz sürecinde nitel verilerin güvenilirliğini artırmak amacıyla:

- Kodlamalar iki farklı araştırmacı tarafından ayrı ayrı yapılmış,
- Kodlar arası uyum Miles ve Huberman (1994) formülüne göre değerlendirilmiş ve %87 uyum sağlandığında güvenilir olarak kabul edilmiştir.

Öğrenci ifadeleri analiz sonuçlarına uygun biçimde doğrudan alıntılarla desteklenmiş, her katılımcıya etik gerekçelerle rumuz verilmiştir (örneğin, E1, E2…)

4
BULGULAR

4.1Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testine Ait Bulgular

Bu bölümde, Hücre ve Bölünmeler ünitesine yönelik olarak uygulanan başarı testinin sonuçları ele alınmaktadır. Bulgular, kontrol ve deney gruplarının ön test ve son test puanları üzerinden, öğrencilerin ilgili konudaki öğrenme düzeylerini ve öğretim yöntemlerinin etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

4.1.1 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi Ön Test ve Son Test Puanlarının Yapısı ve Özelliklerine İlişkin Açıklamalar

Tablo 4.1. Deney ve kontrol gruplarının hücre ve bölünmeler ünitesi başarı testi ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler

Grup	Test	N	X̄	M	Min	Max	Ss
Deney	Ön Test	31	7.52	7.00	1	18	4.79
Deney	Son Test	31	17.26	16.00	8	31	6.30
Kontrol	Ön Test	31	6.16	5.00	1	25	5.76
Kontrol	Son Test	31	14.10	13.00	7	32	6.02

Tablo 4.1'de deney ve kontrol gruplarının Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testinden elde ettikleri ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre deney grubunun ön test puan ortalaması X̄= 7.52, ortanca değeri 7 ve standart sapması 4.79'dur. Bu değerler, deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde konuya ilişkin bilgi düzeylerinin görece düşük ve grup içi dağılımın da heterojen olduğunu göstermektedir. Deney grubunun son test ortalaması ise X̄ =17.26 olup ortanca değer 16, standart sapma ise 6.30'dur. Bu

artış, uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin başarı düzeylerinde anlamlı bir yükselme olduğunu ve grup içinde genel olarak başarı seviyesinin arttığını düşündürmektedir.

Kontrol grubunun ön test puan ortalaması $\bar{X}$ =6.16, ortanca değeri 5 ve standart sapması 5.76'dır. Bu sonuç, kontrol grubunun da deney grubuna benzer şekilde ünite öncesinde düşük başarı seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunun son test puan ortalaması $\bar{X}$=14.10, ortanca değeri 13 ve standart sapması 6.02'dir. Bu bulgu, mevcut öğretim programıyla gerçekleştirilen öğretim sürecinin de öğrencilerin başarı düzeyinde artış sağladığını ortaya koymaktadır.

Her iki grup da ön testten son teste başarılarını artırmış olmakla birlikte deney grubunun son test puan ortalamasının (17.26), kontrol grubunun son test puan ortalamasına (14.10) kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılık, web destekli öğretim materyalleri ile gerçekleştirilen öğretimin, mevcut ders programıyla gerçekleştirilen öğretim yöntemine göre öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine ve akademik başarılarına daha fazla katkı sağladığına işaret etmektedir. Özellikle deney grubunun ortalama puanındaki artışın yanı sıra ortanca değerindeki yükselme ve maksimum puanın 31'e kadar çıkması, web destekli öğretim materyallerinin öğrenci başarısını farklı düzeylerde olumlu etkilediğini göstermektedir.

4.1.2 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması

Verilerin dağılım özellikleri kurtosis değerleri ile değerlendirilmiştir. Ön test için kurtosis = 2,027, son test için ise kurtosis = 0,536 olarak bulunmuştur. APA 7. baskı kurallarına göre, verilerin normal dağılıma uygunluğu için kurtosis değerlerinin yaklaşık ±2 sınırları içinde olması gerekir (American Psychological Association, 2020). Ön test verisindeki kurtosis değeri 2,027 ile bu sınırı hafifçe aşmakta ve normal dağılım varsayımının sağlanmadığını göstermektedir.

Bu nedenle, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında parametrik testler yerine, verilerin dağılım özelliklerine uygun bir yöntem olarak Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Mann-Whitney U testi, normal dağılım göstermeyen verilerde gruplar arası farkları güvenilir biçimde değerlendirmeye olanak tanır (Field, 2013).

Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi başarı düzeylerinin benzer olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Mann–Whitney U testi sonuçları Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin Mann- Whitney U Testi sonuçları

Grup	N	X̄	Ss	Sd	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	31	7.52	4.79	0.86	35.34	1095.5	599.5	0.09
Kontrol	31	6.16	5.76	1.73	27.66	857.5		

Tablo 4.2'de görüldüğü üzere, deney grubunun ön test puan ortalaması $\bar{X} = 7.52$(Ss = 4.79), kontrol grubunun ortalaması ise $\bar{X} = 6.16$(Ss = 5.76) olarak hesaplanmıştır. Deney grubunun sıra ortalaması 35.34, kontrol grubunun sıra ortalaması 27.66'dır. Analiz sonucunda U = 599.5 ve p = .09 bulunmuştur. Elde edilen p değerinin .05'ten büyük olması, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığını göstermektedir.

Bu sonuç, deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde "Hücre ve Bölünmeler" ünitesiyle ilgili akademik başarı düzeylerinin birbirine denk olduğunu ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, deneysel uygulamaya başlamadan önce her iki grubun da konuya ilişkin ön bilgileri açısından eşit koşullarda olduğu söylenebilir. Araştırmanın bu aşamasındaki bulgular, deneysel işlemin başlangıcında gruplar arasında başarı açısından anlamlı bir farklılığın bulunmamasının, son testte gözlenecek farkın uygulamadan kaynaklandığını destekleyecek nitelikte olduğunu göstermektedir.

4.1.3 Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Başarı Testi Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından, web destekli öğretim materyalleri ile ders işlenen deney grubu ile mevcut öğretim programına uygun yaklaşımı ile öğrenim gören kontrol grubunun akademik başarı düzeyleri Mann–Whitney U testi ile yeniden karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin Mann- Whitney U Testi sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	31	17.26	1189.94	6.29	36.90	1144.0	313	0.018
Kontrol	31	14.10	1088.71	6.02	26.10	809.0		

Tablo 4.3 incelendiğinde, deney grubunun son test puan ortalamasının $\bar{X} = 17.26$(Ss = 6.29), kontrol grubunun ortalamasının ise $\bar{X} = 14.10$(Ss = 6.02) olduğu görülmektedir. Deney grubunun sıra ortalaması 36.90, kontrol grubunun ise 26.10'dur. Mann–Whitney U testi sonucunda U = 313 ve p = .018 olarak elde edilmiştir. p değerinin .05'ten küçük olması, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Bu bulgu, web destekli öğretim materyalleriyle gerçekleştirilen öğretimin, mevcut öğretim programına uygun yaklaşımına göre öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir. Deney grubunun son test puan ortalamalarının ve sıra ortalamalarının daha yüksek olması, öğrencilerin konuyu öğrenme düzeylerinde pozitif bir değişim meydana geldiğini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, web destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin etkileşimli öğrenme süreçlerini desteklediğini, soyut kavramları somutlaştırdığını ve dolayısıyla öğrenme kalıcılığını artırdığını göstermektedir. Nitekim, benzer sonuçlara ulaşan araştırmalar da mevcuttur. Örneğin, Aydın ve Yılmaz (2010), web tabanlı öğretim uygulamalarının fen öğrenme başarısını artırdığını belirtmiştir. Benzer biçimde, Orhan ve Durak (2018) çalışmalarında web destekli öğretim ortamlarının öğrencilerin akademik performansları üzerinde olumlu etkiler yarattığını vurgulamışlardır. Demir ve Şahin (2021) de web destekli materyallerin öğrencilerin başarı düzeylerini yükselttiğini, derse karşı ilgilerini artırdığını ve öğrenme sürecini daha kalıcı hâle getirdiğini bildirmiştir.

Sonuç olarak, bu araştırmada elde edilen bulgular, web destekli öğretim materyallerinin hücre ve bölünmeler konusunun öğretiminde etkili bir öğretim aracı olduğunu ortaya koymaktadır. Uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek başarı göstermesi,

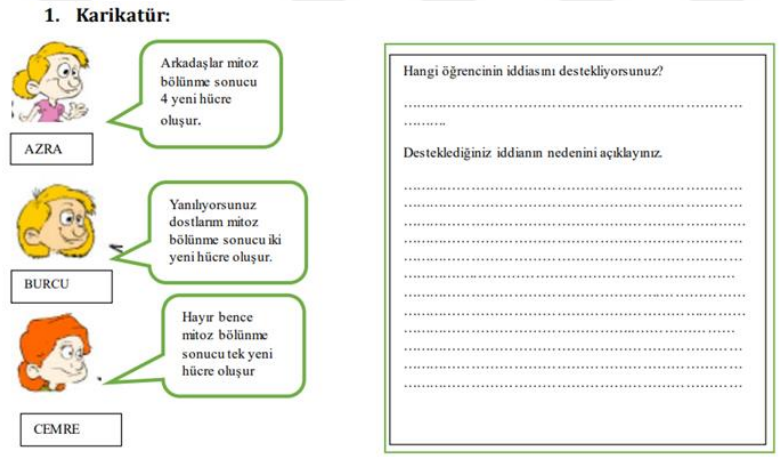
web destekli öğretim materyallerin öğrencilerin bilişsel öğrenme düzeylerini geliştirdiğini göstermektedir.

4.2Hücre ve Bölünmeler Kavram Karikatürüne Ait Bulgular

Bu bölümde, öğrencilerin Hücre ve Bölünmeler konusundaki kavramsal anlayışlarını ortaya koymak amacıyla uygulanan Kavram Karikatürü Tekniği sonuçları sunulmuştur.

4.2.1 Kavram Karikatürüne Ait Nitel Bulgular

Bulgular, öğrencilerin ön test ve son test yanıtları üzerinden, belirlenen altı kategoriye (Tam Anlama, Kısmen Anlama, Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama, Kavram Yanılgısı, Anlamama, Cevap Yok) göre analiz edilmiştir.



Şekil 4.1 1. Kavram karikatürü

Bu karikatürde doğru cevap Burcu'nun ifadesidir. Çünkü mitoz bölünme sonucunda, bir hücreden iki genetik olarak birbirinin aynısı olan yavru hücre oluşmaktadır (Çepni, 2018; Campbell ve Reece, 2019). Mitoz bölünme, çok hücreli canlılarda büyüme, gelişme, yaraların onarımı ve doku yenilenmesi için temel mekanizmadır. Tek hücreli canlılarda ise üreme amacıyla kullanılmaktadır. Dolayısıyla Azra'nın ve Cemre'nin ifadeleri bilimsel açıdan yanlıştır.

Tablo 4.4. 1.Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri**	**Deney Grubu Ön Test (%)**	**Kontrol Grubu Ön Test (%)**	**Deney Grubu Son Test (%)**	**Kontrol Grubu Son Test (%)**
Tam Anlama (TA)	D-TD	6.45	9.68	77.42	54.84
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	9.68	9.68	3.23	6.45
	D-B	19.35	16.13	6.45	3.23
	Y-TD	0	0	0	0
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	29.03	35.48	0	19.35
	Y-KD	3.23	0	0	0
Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	16.13	12.90	12.90	16.13
	Y-B	6.45	9.68	0	0
Anlamama (A)	B-İ	3.23	3.23	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	6.45	3.23	0	0

Tablo 4.4'te görüldüğü gibi, kontrol ve deney gruplarının mitoz bölünme kavramına ilişkin ön ve son test yanıtları öğrencilerin kavramsal gelişimini detaylı olarak göstermektedir. Ön testte, kontrol grubunda öğrencilerin çoğunluğu KA (Kısmen Anlama) ve KY (Kavram Yanılgısı) kategorilerinde yer almaktadır. Örneğin, Ö1 "Mitoz bölünme 2 hücreden oluşabilir" (KY), Ö2 "Mitoz genelde ikiye ya da bire ayrılmaz çünkü ikiye ayrılan hücredir; onun için Azra'yı destekliyorum" (KY), Ö3 "Çünkü mitoz bölünmelerde hücre görevini bitirir ve ikiye ayrılır" (KY) ve Ö4 "Çünkü bir bölünen hücre bir de yeni hücre oluşur" (KY) gibi ifadeler vermiştir. Bunun yanı sıra Ö5 "2n olarak ikişer ikişer yeni hücre oluşur" (KY) ve Ö6 "Çünkü mitoz bölünmede 4 yeni hücre oluşur" (A) gibi yanlış veya eksik kavramsal bilgiler de gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda yalnızca Ö7 "Çünkü mitoz bölünme sonucu iki yeni hücre oluşur" (TA) ifadesi doğru kavramı yansıtmaktadır.

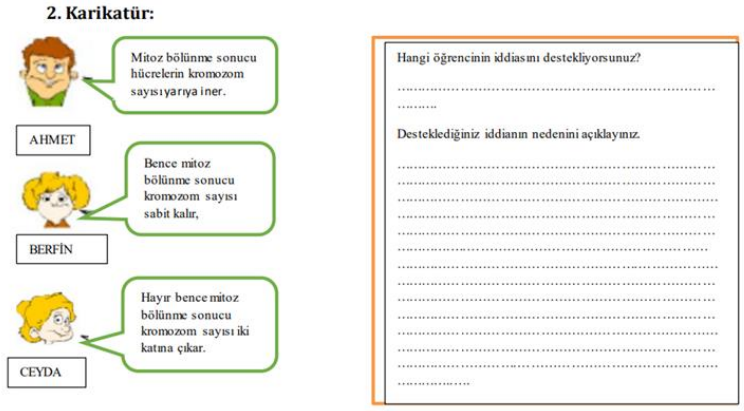
Deney grubunun ön test yanıtları incelendiğinde de öğrencilerin benzer biçimde kavram yanılgıları ve kısmen anlama ifadeleri kullandığı görülmektedir. Örneğin, Ö1 "Ben Cemre'yi seçiyorum çünkü yeni iki hücreden oluşur" (KY), Ö2 "Burcu çünkü mitoz artınca hücre ikiye bölünür" (KY), Ö3 "Burcu çünkü çok hücreli canlıdır, tek hücreli canlı değildir" (KY), Ö4 "Burcu çünkü mitoz bölünme 2 hücreden oluşur" (KY), Ö5 "Burcu çünkü her 2 tanesi 2 tane benzer şekilde çoğalır" (KY), Ö6 "Burcu çünkü bir hücre tam ortadan ikiye bölünürse 2 parça olur" (KA), Ö7 "Burcu çünkü 2 tane benzer şekilde çoğalır" (KY) ve Ö8 "Burcu çünkü mitoz bölünme sonucu 2 katı olur. O yüzden mitoz bölünme sonucu yeni hücreler oluşur" (KA) gibi ifadeler vermiştir. Bu durum, deney grubu öğrencilerinin de ön testte mitoz kavramını eksik ve bazen yanlış anladığını göstermektedir.

Son test sonuçları incelendiğinde, her iki grupta da kavramsal doğruluk oranının arttığı açıkça görülmektedir. Kontrol grubunda Ö1 "Azra çünkü 4 yeni hücre oluşur" (KY), Ö2 "Azra çünkü mayoz bölünme sonucunda 4 yeni hücre oluşur" (KY), Ö3 "Azra çünkü onlar zıt oldukları için 4 yeni hücre oluşur" (KY), Ö4 "Cemre'yi destekliyorum. Bence mitoz bölünme sonucunda çift yeni hücre oluşur" (KA), Ö5 "Burcu çünkü mitoz bölünme 2 hücreden oluşur" (KY), Ö6 "Burcu çünkü mitoz bölünme başlarken önce 1 tane sonra 2 tane sonra 4 tane hücre oluşur" (KY) ve Ö7 "Burcu çünkü boğumlanma ile hücre ikiye bölünür" (KA) gibi yanıtlar

alınmıştır. Bu yanıtlar, kontrol grubundaki öğrencilerin hâlâ bazı kavram yanılgıları taşıdığını, fakat doğru kavram yanıtlarının sayısal olarak arttığını göstermektedir.

Deney grubunda son testte öğrenciler daha net ve bilimsel ifadeler kullanmıştır. Ö1 "Azra çünkü DNA kendini eşliyor" (KY) hâlâ kavram yanılgısı içerse de Ö2 "Ben Burcu'yu seçiyorum çünkü mitoz bölünmede bir hücre ikiye ayrılır ve iki yeni hücre oluşur" (TA) ve Ö3 "Burcu çünkü hücre ikiye bölünür. Bunun sonucunda birbirinin aynısı iki yeni hücre oluşur" (TA) ifadeleri doğru kavramı açıkça yansıtmaktadır. Bu durum, deney grubundaki öğrencilerin mitoz bölünme kavramını ön testten sonra daha doğru ve eksiksiz anladığını göstermektedir.

Genel olarak, ön test yanıtları öğrencilerin çoğunlukla kavram yanılgısı veya kısmen anlama bilgileri içerdiğini ortaya koyarken, son test yanıtları hem deney hem kontrol gruplarında öğrencilerin tam anlama oranının arttığını göstermektedir. Özellikle deney grubunda doğru kavram yanıtlarının belirgin şekilde yükselmesi, uygulanan öğretim etkinliklerinin kavramsal gelişim üzerindeki etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bulgular, öğrencilerin mitoz bölünme ile ilgili yanlış anlamalarının eğitim süreciyle önemli ölçüde düzeltilebildiğini ve doğru kavramın öğrenilmesinde deney grubuna uygulanan öğretim stratejisinin etkili olduğunu desteklemektedir (Çepni, 2018; Campbell & Reece, 2019).



Şekil 4.2 2. Kavram karikatürü

Bu karikatürde doğru cevap Berfin'in ifadesidir. Mitoz bölünme sırasında bir hücrenin kromozom sayısı sabit kalır, yani bölünme sonucunda oluşan iki yeni hücre, ana hücre ile aynı kromozom sayısına sahiptir (Wang et al., 2021). Mitoz, çok hücreli canlılarda büyüme, doku yenilenmesi ve hücre onarımı gibi süreçler

için kritik bir mekanizmadır ve genetik bütünlüğün korunmasını sağlar (Li ve ark., 2022).

Ahmet'in "Mitoz bölünme sonucu hücrelerin kromozom sayısı yarıya iner" ifadesi, mayoz bölünme ile karıştırıldığını göstermektedir (Kumar ve Singh, 2020). Mayozda kromozom sayısı yarıya inerken, mitozda kromozom sayısı değişmez, bu nedenle Ahmet'in yanıtı bilimsel olarak yanlıştır. Ceyda'nın "Mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı iki katına çıkar" yanıtı da kavram yanılgısı içermektedir; kromozom sayısı artmaz, yalnızca DNA kopyalanır ve iki yeni hücre oluşur (Zhao ve ark., 2021).

Tablo 4.5. 2. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri**	**Deney Grubu Ön Test (%)**	**Kontrol Grubu Ön Test (%)**	**Deney Grubu Son Test (%)**	**Kontrol Grubu Son Test (%)**
Tam Anlama (TA)	D-TD	6.45	3.23	58.06	41.94
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	3.23	6.45	0	6.45
	D-B	25.81	29.03	6.45	0
	Y-TD	0	0	0	3.23
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	16.13	9.68	0	12.90
	Y-KD	0	0	12.90	0

Tablo 4.5. 2. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) (Devamı)

Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	35.48	32.26	19.35	35.48
	Y-B	6.45	9.68	3.23	0
Anlamama (A)	B-İ	0	3.23	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	6.45	6.45	0	0

Tablo 4.5'te görüldüğü gibi, kontrol ve deney gruplarının 2. karikatür ile ilgili mitoz bölünmede kromozom sayısı kavramına dair ön ve son test yanıtları, öğrencilerin kavramsal gelişimini açıkça ortaya koymaktadır.

Kontrol grubunun ön test yanıtları incelendiğinde, Ö1 "Çünkü oluşan hücreler ana hücrenin aynısıdır" (TA), Ö2 "Çünkü mitoz bölünmede kromozom sayısı iki katına çıkar" (A), Ö3 "Mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı sabit kalır" (TA), Ö4 "Hücre aynı olduğundan dolayı kromozom sayısı aynı kalır" (KA), Ö5 "Mitoz bölünmede kromozom sayısı 2n yani ikiye katlanır" (KY), Ö6 "Çünkü her canlının belirli bir kromozom sayısı vardır, değişmez" (KY), Ö7 "Kromozomlar ikişer şekilde çoğalır" (A) ve Ö8 "İki katına çıkar çünkü ana hücredeki kromozom sayıları aynı olsun diye" (KY) gibi ifadeler verilmiştir. Bu yanıtlar, öğrencilerin önemli bir kısmının kavram yanılgısına sahip olduğunu, yalnızca sınırlı sayıda öğrencinin doğru kavramı ifade ettiğini göstermektedir (Kumar & Singh, 2020).

Deney grubunun ön test sonuçları incelendiğinde, Ö1 "Ahmet'i destekliyorum çünkü mitoz ikiye ayrıldığında kromozom ikisinde de olması için yarı yarıya bölünür, düşer" (KY), Ö2 "Berfin çünkü mitoz bölünmede kalıtsal özellikleri aynıdır" (KA), Ö3 "Ceyda'yı seçiyorum. Mitoz bölünmenin 2^n formülü ile kromozom artar" (KY), Ö4 "Berfin çünkü mitoz bölünme sonucu birbirinin aynısı iki tane yeni hücre oluştuğu için kromozom sayısı sabit kalır" (TA), Ö5 "Ahmet çünkü iğne iplikleri hücreleri çeker ve azaltır" (KY), Ö6 "Ahmet çünkü iğ iplikleri kromozomu düşürür. Hücre geliştikçe iğ iplikleri yok olduğu için kromozom sayısı azalır" (KY), Ö7 "Ceyda çünkü dediği gibi kromozom sayısı 2 katına çıkar ve o kromozom tekrar tekrar kromozom oluşturur" (KY), Ö8 "Ceyda'yı destekliyorum

çünkü mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı 2 katına çıkar" (A) şeklindedir. Ön test bulguları, deney grubundaki öğrencilerin de kromozom sayısının sabit kalması kavramını henüz yeterince kavrayamadığını ortaya koymaktadır (Wang et al., 2021).

Kontrol grubu son testte, Ö1 "Berfin çünkü kromozom sayısı artarsa hasta olabiliriz" (KA), Ö2 "Ahmet çünkü kromozom sayısı yarıya iner" (KY), Ö3 "Ahmet çünkü mitoz ikiye bölündüğü için kromozomlarda paylaşılır, bu yüzden yarıya iner" (KY), Ö4 "Ahmet çünkü mitoz bölünme sonucu 46 kromozomken yarıya bölünerek 26 kromozom sayısı olur" (KY), Ö5 "Ceyda çünkü mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı 2 katına çıkarken mayoz bölünmede yarıya iner" (KY), Ö6 "Berfin çünkü bir insanın 46 kromozomu vardır. Bunun altı veya üstü olursa sendromlu olabiliriz" (KA), Ö7 "Ahmet çünkü kadınlarda yumurta hücresi 23 kromozom, erkeklerde sperm hücresi 23 kromozomludur" (KY) gibi ifadeler gözlemlenmiştir. Bu yanıtlar, kontrol grubunda doğru kavram yanıtlarının arttığını fakat hâlâ bazı kavram yanılgılarının devam ettiğini göstermektedir (Li et al., 2022).

Deney grubunda son test yanıtları ise Ö1 "Ahmet söylediği gibi yarıya iner sonra tekrar çıkar" (KY), Ö2 "Ceyda çünkü iki hücre oluşuyor. İki hücreye de yetsin diye iki katına çıkar" (KY), Ö3 "Ahmet çünkü iki hücre oluştuğu için paylaşılır" (KY), Ö4 "Berfin çünkü mitozda kromozomlar değişmez, hep aynı kalır, sadece çekirdek bölünür" (KA), Ö5 "Berfin çünkü kromozom sayısı azalmaz" (KA), Ö6 "Berfin, çünkü mitoz bölünmede kromozom sayısı değişmez. Yeni hücreler ana hücreyle aynı kromozom sayısına sahip olur" (TA), Ö7 "Berfin doğru söylüyor çünkü mitozda amaç vücuttaki hücrelerin yenilenmesidir, bu yüzden genetik bilgi sabit kalır" (TA), Ö8 "Berfin, çünkü mitoz bölünme sonucunda iki hücre oluşur ve bu hücreler ana hücreyle aynı kromozom sayısına sahiptir" (TA) şeklindedir. Bu bulgular, deney grubunda öğrencilerin mitoz bölünmede kromozom sayısının değişmediğini doğru biçimde anlamaya başladığını açıkça göstermektedir (Zhao et al., 2021).

Ön test bulguları, her iki grupta da öğrencilerin büyük çoğunluğunun kavram yanılgısı veya anlamama anlayışı içerdiğini ortaya koymaktadır. Son test bulguları ise hem deney hem kontrol grubunda doğru kavram yanıtlarının arttığını, özellikle deney grubunda öğrencilerin kavramsal doğruluk oranının belirgin biçimde yükseldiğini göstermektedir. Bu durum, uygulanan öğretim stratejisinin,

öğrencilerin mitoz bölünme sırasında kromozom sayısının sabit kalması kavramını anlamasında etkili olduğunu desteklemektedir (Kumar & Singh, 2020; Wang et al., 2021; Li et al., 2022; Zhao et al., 2021).



Şekil 4.3 3. Kavram karikatürü

Bu karikatürde doğru cevap Cemil'in ifadesidir. Mitoz bölünme sonucunda oluşan yeni hücreler, ana hücre ile genetik olarak tamamen aynıdır, yani kromozom sayısı ve genetik içerik korunur (Anderson & Lee, 2021). Mitoz, çok hücreli canlılarda büyüme, doku onarımı ve hücre yenilenmesi için kritik bir mekanizmadır; bu süreçte genetik bütünlük sağlanır ve yeni hücreler ana hücrenin tüm genetik özelliklerini taşır (Kartal & Saylar, 2022).

Arda'nın "Oluşan yeni hücreler ana hücreden farklı genetik bilgi taşır" ifadesi, mitoz ile mayoz arasındaki farkın anlaşılmadığını göstermektedir (Gülen, 2019). Mayoz bölünmede genetik çeşitlilik ve kromozom sayısında yarıya düşme gözlemlenirken, mitozda kromozom sayısı ve genetik bilgi değişmez. Berna'nın "Bazı özellikleri aynı bazı özellikleri farklıdır" ifadesi ise öğrencinin kısmen doğru bir algıya sahip olduğunu gösterir; yeni hücreler fenotip olarak çevresel etkilerle küçük farklılıklar gösterebilir ancak genetik olarak ana hücre ile aynıdır (Masayuki, Tanaka, & Yamada, 2021).

Tablo 4.6. 3. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri**	**Deney Grubu Ön Test (%)**	**Kontrol Grubu Ön Test (%)**	**Deney Grubu Son Test (%)**	**Kontrol Grubu Son Test (%)**
Tam Anlama (TA)	D-TD	3.23	3.23	58.06	51.61
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	6.45	3.23	0	3.23
	D-B	12.90	9.68	6.45	0
	Y-TD	0	0	0	0
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	16.13	19.35	0	3.23
	Y-KD	3.23	0	12.90	0
Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	41.94	45.16	12.90	41.94
	Y-B	6.45	9.68	9.68	0
Anlamama (A)	B-İ	0	3.23	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	9.68	6.45	0	0

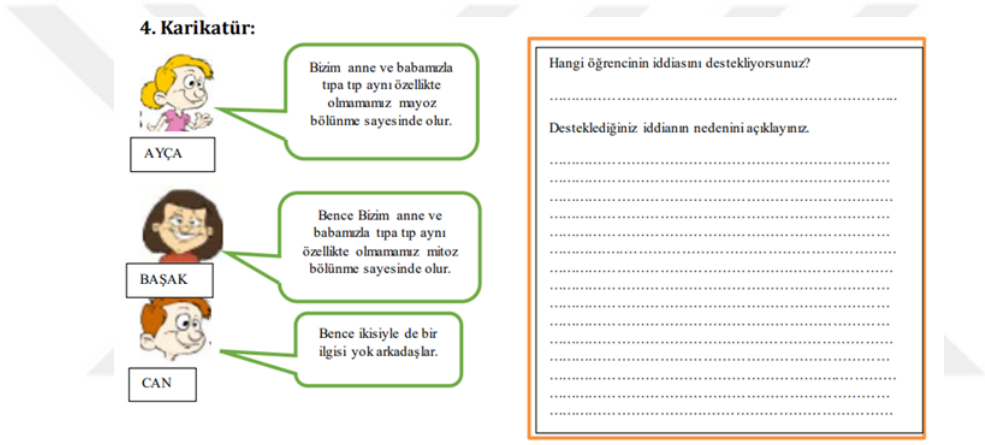
Kontrol grubu ön test sonuçları incelendiğinde, Ö1 “Hücreler ayrıldıktan sonra adı aynı olur ama şekli farklıdır” (KA), Ö2 “Arda ama aynı özelliğe sahip ama farklı genetik bilgi taşır” (KY), Ö3 “Cemil çünkü ondan geliyor” (A), Ö4 “Berna çünkü babamızdan ve annemizden bazı özellikleri alırız” (KY), Ö5 “Çünkü bizim farklı özellikte olmamızı sağlayan parça değişimi mitoz bölünme esnasında gerçekleşir” (KY), Ö6 “Cemil çünkü mitoz bölünme sonucu oluşan yeni hücreler ana hücre ile aynı özelliğe sahiptir” (TA), Ö7 “Cemil çünkü yeni hücre ilk hücreden oluşur” (KA), Ö8 “Cemil çünkü özellikleri değişmez, aynı özellikte olmazsa üreyen hücreler hastalıklı hücrelere dönüşür” (KA). Bu ön test yanıtları, kontrol grubundaki öğrencilerin çoğunun mitoz bölünmede genetik bütünlüğü doğru anlamadığını ve bazı öğrencilerin kısmen doğru veya yanlış algılara sahip olduğunu göstermektedir (Li & Chen, 2021).

Deney grubu ön test sonuçları incelendiğinde, Ö1 “Cemil çünkü farklı hücreden değil, bölündüğü hücre ne ise aynı özellikte olması normaldir” (TA), Ö2 “Cemil çünkü mitoz bölünmede kalıtsal özellik diye bir şey yoktur” (KY), Ö3 “Cemil çünkü çekirdek ana hücrede olduğu için diğer hücrelerde oluşurken ana çekirdeğe benzer” (KA), Ö4 “Cemil çünkü mitoz bölünme sonucu oluşan iki hücrede ana hücrenin çekirdeğine sahiptir” (KY), Ö5 “Berna doğru çünkü hücreler bölünürken bazı genler aktarılır, bazıları aktarılmaz” (KY), Ö6 “Cemil çünkü mitozda çekirdek değişir ama hücrelerin dışı aynı kalır” (KY). Deney grubunun ön test yanıtları da benzer şekilde, mitoz bölünmede genetik özelliklerin korunması kavramında eksiklikler olduğunu göstermektedir (Kalas, O’Neill, Pollock, & Birol, 2013).

Kontrol grubu son testte, Ö1 “Berna çünkü mitoz bölünme sonucu oluşan yeni hücreler ana hücreyle bazı özellikleri aynı bazı özellikleri ise farklıdır” (KY), Ö2 “Cemil çünkü aynı olmasa bazı bölgelerimiz farklı olurdu” (KA), Ö3 “Arda çünkü mitoz bölünme sonucu oluşan yeni hücreler ana hücreden farklı genetik bilgi taşır” (KY), Ö4 “Berna'ya katılıyorum çünkü gözleri aynı, burnu farklı olabilir” (KY), Ö5 “Berna çünkü mayoz bölünme halinde anne ve babamızın özelliğini taşırız” (KY). Kontrol grubunda son test yanıtları, doğru kavram yanıtlarının arttığını fakat hâlâ kavram yanılgılarının sürdüğünü göstermektedir (Huang et al., 2021).

Deney grubu son testte, Ö1 “Cemil çünkü mitoz bölünme sonucu ana hücrenin tıpatıp aynısı 2 hücre oluşur” (TA), Ö2 “Cemil çünkü mitoz bölünmede kalıtsal çeşitlilik yoktur, bu yüzden hücreler birbirinin aynısıdır” (TA), Ö3 “Cemil’i

destekliyorum, bölünme sonucu ana hücreyle aynı özellikte 2 yeni yavru hücre oluşur" (TA), Ö4 "Arda diye düşünüyorum, yeni bir hücre oluşuyorsa yanlısı olması garip olurdu galiba" (KY), Ö5 "Berna çünkü ana hücreden boyutu, sitoplazma miktarı farklı olabilir ama genleri aynıdır" (KA), Ö6 "Berna çünkü özellikleri farklıdır" (KY), Ö7 "Berna'nın dediği doğru. Hücre ana hücreye benzer ama biraz farklılıkları vardır" (KY), Ö8 "Berna çünkü ilk bölündüğünde bazıları farklı bazıları aynıdır ama büyüyünce aynı özellikte olur" (KY), Ö9 "Berna çünkü ikiye bölünürken bazı özellikler paylaşılır gibi düşündüm" (KY). Deney grubunda son test yanıtları, mitoz bölünmede genetik bütünlüğün doğru anlaşılmaya başlandığını göstermektedir; öğrencilerin büyük çoğunluğu doğru kavram yanıtı vermiştir (Dorji, Rai, & Kinley, 2024; Li et al., 2021).



Şekil 4.4 4. Kavram karikatürü

Bu karikatürde doğru cevap Ayça'nın ifadesidir. İnsanların anne ve babalarıyla tıpa tıp aynı özellikte olmamasının temel nedeni mayoz bölünmedir. Mayoz bölünme, üreme hücrelerinde (gametlerde) kromozom sayısını yarıya indirir ve genetik çeşitliliği sağlar; böylece yavru birey, ebeveynlerinden farklı genetik özelliklere sahip olur (Huang & Li, 2021).

Başak'ın "Mitoz sayesinde farklı olur" ifadesi kavramsal olarak yanlıştır, çünkü mitoz bölünme sonucunda oluşan yeni hücreler ana hücreyle genetik olarak aynıdır ve yalnızca büyüme ve doku onarımında görev alır (Kalas, O'Neill, Pollock, & Birol, 2013). Can'ın "İkisiyle de ilgisi yok" ifadesi de bir kavram yanılgısını göstermektedir; genetik çeşitlilik ve bireysel farklılıklar esas olarak mayoz ile ilgilidir (Goff vd., 2017).

Tablo 4.7. 4. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri**	**Deney Grubu Ön Test (%)**	**Kontrol Grubu Ön Test (%)**	**Deney Grubu Son Test (%)**	**Kontrol Grubu Son Test (%)**
Tam Anlama (TA)	D-TD	3.23	3.23	19.35	3.23
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	9.68	6.45	0	9.68
	D-B	9.68	6.45	0	6.45
	Y-TD	0	0	19.35	6.45
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	12.90	3.23	0	3.23
	Y-KD	3.23	16.13	16.13	12.90
Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	38.71	35.48	29.03	54.84
	Y-B	19.35	22.58	12.90	3.23
Anlamama (A)	B-İ	0	3.23	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	3.23	3.23	3.23	0

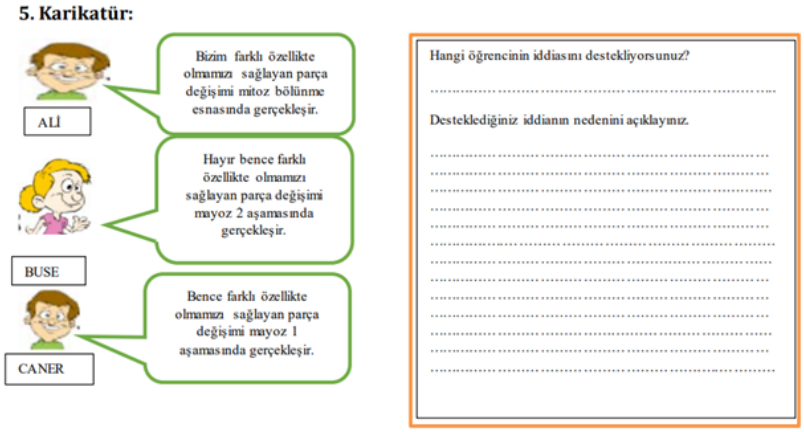
Kontrol grubu ön test sonuçları incelendiğinde çoğunlukla kavram yanılgısı kategorilerinde yer almaktadır. Örneğin, Ö1 "Ayça'nın iddiası doğrudur; kimimiz annemize, kimimiz babamıza biraz benzeriz" (TA), Ö2 "Ayça çünkü mayoz bölünme eşey ana hücrelerinde görülür ve biz eşey ana hücrelerinin birleşmesiyle oluşuruz" (TA), Ö3 "Başak çünkü bölünme mitoz sayesinde olur" (KY), Ö4 "Can çünkü ikisi ile de alakası yok; bunun genlerle alakası var" (KA) ve Ö5 "Başak çünkü mitozun içinde DNA bulunur" (KY) gibi ifadeler vermiştir. Bunun yanı sıra Ö6 "Can çünkü genetikten yani DNA'dan olur" (KA), Ö7 "Başak çünkü anne ve babamızla tıpa tıp aynı özellikte olmamamız mitoz bölünme sayesinde olur" (KY), Ö8 "Can çünkü ikisiyle de bir ilgisi yoktur, çünkü çocuk anne ve babaya benzer tıpa tıp aynısı olmaz" (KY), Ö9 "Başak doğru söylüyor gibi ama tam emin değilim; DNA'dan dolayı da olabilir" (KA) gibi kavramsal karışıklıklar gözlenmiştir. Bu durum, kontrol grubu öğrencilerinin ön testte mayoz bölünme kavramını eksik veya yanlış anladığını göstermektedir.

Deney grubunun ön test yanıtları incelendiğinde de öğrenciler benzer biçimde kavram yanılgılı ifadeler kullanmıştır. Örneğin, Ö1 "Başak mitoz yeni hücreyi oluşturduğu için çocuk anne ve babasına benzer" (KY), Ö2 "Başağı destekliyorum. Anne ve babamızın tıpa tıp aynısı oluruz" (KY), Ö3 "Başak çünkü mitoz sayesinde farklı olup insan gibi görünüm kazanırız" (KY), Ö4 "Başak çünkü mitoz bölünmede hücreler birbirinin aynısı olduğu için anne ve babamızla aynı özellikte olmamızı sağlar" (KY), Ö5 "Can çünkü dediği doğru; Ayça ve Başak yanlış söylüyor" (KY), Ö6 "Başağı destekliyorum çünkü ana hücreden çıkan hücrelerde ana hücrenin çekirdeği vardır" (KY), Ö7 "Can çünkü mitoz bölünürken tıpatıp aynı hücreler oluşur. Bu yüzden mitozla alakalı değildir. Ama verilen örneklerde bunlar yok" (KA), Ö8 "Can çünkü olayın ne mayozla ne mitozla alakası var; genlerle alakası vardır" (KA), Ö9 "Can çünkü anne ve babamıza benzememiz DNA ile ilgilidir" (KA) ve Ö10 "Can çünkü insan çok hücreli bir canlı olduğu için tek hücreliler gibi çoğalmaz" (A) ifadeleri alınmıştır. Bu bulgular, deney grubunun ön testte mayoz kavramını henüz tam olarak anlamadığını ortaya koymaktadır.

Son test sonuçları incelendiğinde, her iki grupta da kavramsal doğruluk oranının arttığı açıkça görülmektedir. Kontrol grubunda Ö1 "Başak çünkü Can haksız; anne ve babamızla aynı özelliklerimiz olur ama mayoz değil mitoz sayesindedir" (KY), Ö2 "Başak çünkü mitoz sayesinde genler alınır" (KY), Ö3 "Ayça çünkü mitoz

sayesinde tipe benzeme özelliği vardır" (KY), Ö4 "Ayça çünkü mitoz bölünme sonucu ayrılmadan önce bazı özellikleri anneden, bazılarını babadan alırız" (KY), Ö5 "Başak çünkü üreme gerçekleşmektedir. Anne ve babadaki genler çocuğa geçer" (KA), Ö6 "Can çünkü anne babaya ve insana benzemek için ikisi de lazım" (KA), Ö7 "Can'ı seçiyorum. İkisiyle de alakası yok gibi ama Ayça'nın dediğine daha yakın bir süreç" (A), Ö8 "Can çünkü anne ve babamızla aynı özellikte değiliz" (KA), Ö9 "Başak çünkü mitoz kalıtsal çeşitlilik sağlar" (KY), Ö10 "Ayça doğru çünkü mayoz bölünme sırasında anne ve babadan gelen genler farklı şekilde bir araya gelir. Bu sayede çocuk anne ve babasından tıpa tıp aynı özelliklere sahip olmaz ve kalıtsal çeşitlilik oluşur" (TA) ve Ö11 "Ayça doğru çünkü mayoz bölünme sayesinde genlerin karışır ve farklı kişiler oluşur" (TA) gibi yanıtlar alınmıştır. Kontrol grubunda hâlâ kavram yanılgıları gözlemlense de doğru kavram yanıtlarının sayısal olarak arttığı görülmektedir (Alberts vd., 2015; Campbell & Reece, 2021).

Deney grubunda son testte öğrenciler daha doğru ve bilimsel ifadeler kullanmıştır. Ö1 "Başak çünkü biri anneden, biri babadan genler geliyordu; bu da mitozda oluyordu diye hatırlıyorum" (KY), Ö2 "Başak çünkü DNA kendini eşlediği için kendisinden iki kopya oluşturur" (KY), Ö3 "Can çünkü anne ve babamızdan kromozomlar alırız. Olay bununla alakalıdır" (KA), Ö4 "Başak çünkü mitoz bölünmede kalıtsal çeşitlilik yoktur. Ve biz mayoz yaptığımız için birbirimizden farklı oluruz" (KA), Ö5 "Can çünkü aynı özellikte olmamızın sebebi DNA ile ilgilidir" (KA), Ö6 "Başak çünkü mitoz değiştirmeyi sağlar" (KY), Ö7 "Ayça çünkü mayoz bölünmede kromozom sayısı yarıya düşer ve genetik çeşitlilik oluşur. Bu yüzden anne ve babamıza tamamen benzemeyiz" (TA), Ö8 "Ayça'yı seçiyorum. Mayoz bölünme sayesinde kardeşlerimiz birbirimizden farklı olur, çünkü kromozomlarda parça değişimi olur" (TA), Ö9 "Ayça doğru söylüyor çünkü mayoz bölünme üreme hücrelerinde olur ve mayoz 1 aşamasında parça değişimi olur; bunun sonucunda çocuklar anne ve babadan farklı özellik taşır" (TA) ve Ö10 "Ayça'yı seçtim. Çünkü mayoz bölünmede parça değişimi denilen olay olur; bu da genetik çeşitlilik sağlar" (TA) ifadeleri, deney grubunun öğrencilerinin kavramsal gelişiminde belirgin bir ilerleme olduğunu göstermektedir (Alberts vd., 2020; Campbell & Reece, 2021).



Şekil 4.5 5. Kavram karikatürü

Karikatürde öğrencilerin farklı özelliklerin oluşumunu hangi süreçte gerçekleştiği üzerine fikirleri incelenmiştir. Ali, farklı özelliklerin oluşumunu mitoz bölünmeye bağlarken, Buse mayozun ikinci aşamasını işaret etmiştir. Doğru yanıt ise Caner tarafından verilmiş olup, mayoz I aşamasında parça değişiminin gerçekleştiğini göstermektedir ve bu süreç genetik çeşitlilik için kritik öneme sahiptir (Griffiths et al., 1999; Alberts, 2022).

Mayoz I sırasında homolog kromozom çiftleri arasında genetik materyalin değişimi (crossing-over) meydana gelmektedir. Bu olay, her gametin farklı genetik özelliklere sahip olmasını sağlar ve dolayısıyla bireylerin anne ve babaya benzer ama tıpatıp aynı olmamasını açıklar (Freeman et al., 2017). Mitoz bölünme ise genetik olarak özdeş iki hücre oluşturur; bu süreç, organizmanın büyümesi ve onarımı için gereklidir, fakat farklılık yaratmaz (Sadava et al., 2020).

Tablo 4.8. 5. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	Değerlendirme Kriterleri	Deney Grubu Ön Test (%)	Kontrol Grubu Ön Test (%)	Deney Grubu Son Test (%)	Kontrol Grubu Son Test (%)
Tam Anlama (TA)	D-TD	3.23	3.23	45.16	32.26

Tablo 4.8. 5. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) (Devamı)

Kısmen Anlama (KA)	D-KD	3.23	0	0	3.23
	D-B	6.45	3.23	9.68	3.23
	Y-TD	0	0	0	0
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	9.68	6.45	0	6.45
	Y-KD	9.68	3.23	6.45	0
Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	32.26	32.26	29.03	45.16
	Y-B	25.81	32.26	3.23	0
Anlamama (A)	B-İ	0	0	3.23	0
Cevap Yok (CY)	B-B	9.68	16.13	3.23	9.68

Kavram karikatürüne ilişkin öğrenci yanıtları incelendiğinde, ön testlerde kavram yanılgılarının ve yanlış cevapların ağırlıklı olduğu, ancak son testlerde doğru cevap oranlarının belirgin şekilde arttığı görülmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin ön test cevapları incelendiğinde kavram yanılgılarının yoğun olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerden biri "Ali çünkü parça değişimi olur." (KY) diyerek parça değişimini yanlış aşama ile ilişkilendirmiştir. Bir diğer öğrenci ise "Caner çünkü bence farklı özellikte olmamızı sağlayan mayoz 1 de gerçekleşir." (TA) diyerek doğru cevabı vermiştir. Ancak çoğu öğrenci farklı biyolojik süreçleri karıştırmıştır. Örneğin "Ali'yi destekliyorum çünkü mitoz bölünme esnasında kardeş farklılığı gibi özellikler salgılar." (KY) veya "Ali çünkü mitozlarımızda

farklı DNA olduğundan.” (KY) ifadeleri öğrencilerin mitoz ve mayoz arasındaki farkı ayırt etmekte zorlandıklarını göstermektedir. Başka bir öğrenci “Buse çünkü iki aşamada da parça değişimi olur.” (KY) ve “Buse çünkü mayoz 2 de genler değişiyor.” (KY) diyerek parça değişimini mayoz II ile ilişkilendirmiştir. Ayrıca “Ali doğru çünkü mayoz sırasında hücre büyür ve enerji üretir.” (A) cevabı biyolojik olarak hatalı olup yanlış kategoriye girmektedir.

Deney grubunun ön test cevaplarında da benzer şekilde kavram yanılgıları baskındır. Doğru yanıt veren bir öğrenci “Caner çünkü mayoz 1 aşamasında gerçekleşir ve sonra öyle devam eder.” (TA) ifadesini kullanmıştır. Ancak diğer öğrenciler yanlış kavramlara yönelmiştir. Örneğin; “Buse çünkü mayoz 1 aşamasında çekirdek zarı erir. Kromozomlar ortaya çıkar. Mayoz 2 aşamasında ise parça değişimi olur.” (KY) “Ali çünkü farklı olmaları mitoz bölünme gerçekleştiği içindir.” (KY) “Buse çünkü farklı olma sebebimiz mayozun 2. aşamasıdır. Eğer 1. aşamada gerçekleşseydi hepimiz aynı olur.” (KY) “Buse çünkü ana hücre sonunda ana hücrenin yavrularının yavrusu olur, o yüzden aşama ikide olması gerek.” (KY) “Ali çünkü mitoz bölünme esnasında parça değişimi olduğu için mitoz sayesinde farklı özelliklere sahip oluruz.” (KY) “Buse çünkü 1. aşamada çok bir şeyin değişmediğini düşündüğüm için farklı oluşmamızı sağlayanın 2. aşama olduğunu düşünüyorum.” (KY)

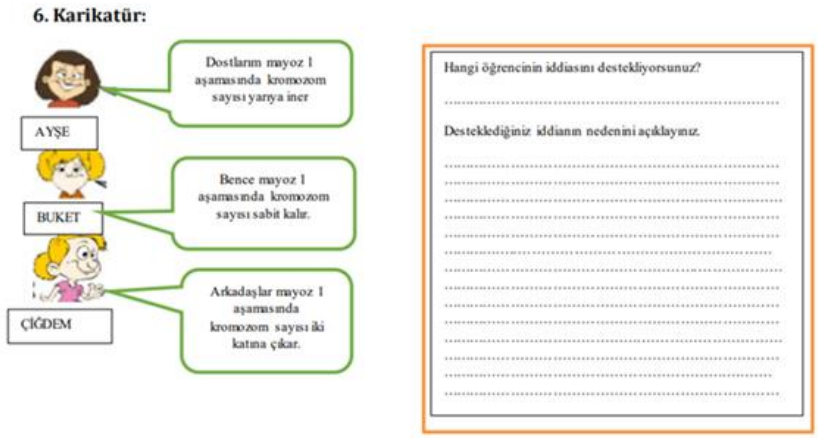
Ayrıca belirsizlik içeren cevaplar da görülmüştür: “Bence Caner doğru, çünkü mayoz sırasında kromozomlar değişiyor ve bu yüzden farklı oluyoruz. Tam olarak hangi aşamada olduğunu tam hatırlamıyorum ama ikinci aşama da önemli olabilir.” (KA). Bunun yanında tamamen yanlış bir cevap da verilmiştir: “Bence Buse doğru çünkü mayoz sırasında kromozomlar tamamen değişiyor ve bu yüzden farklı oluyoruz.” (A).

Kontrol grubunun son test cevapları incelendiğinde doğru cevap oranının arttığı görülmüştür. Öğrencilerden bazıları net ve doğru ifadeler kullanmıştır. Örneğin; “Caner çünkü mayoz 1 aşamasında homolog kromozomlar arasında parça değişimi olur. Bu parça değişiminden dolayı farklı özelliklere ve dış görünüşe sahip oluruz.” (TA) “Caner çünkü parça değişim mayoz 1 aşamasında görülür. Mayoz 2 aşaması mitoza çok benzerdir.” (TA). Bununla birlikte yanlış kavrayışlar devam etmiştir. Örneğin; “Buse çünkü mayoz 1'de genlerimiz gelir mayoz 2'de parça değişimi olur.” (KY) “Buse çünkü farklı özellikte olmamızı sağlayan mayoz 2 aşamasıdır.”

(KY) “Ali'yi seçiyorum. Mitoz 2 yeni hücreye bölünür ve vücut hücrelerinde oluşur.” (KY) “Ali çünkü mitoz bölünme aileden alınarak başkalarından ayrılıyor.” (KY) “Buse çünkü mayoz 1'de kendisini eşler mayoz 2'de parça değişimi olur.” (KY). Ayrıca kararsızlık içeren ifadeler de yer almaktadır. Örneğin; “Buse'yi seçiyorum ama emin değilim. Mayoz bölünmede gerçekleşiyordu ama hangi aşaması hatırlamıyorum.” (KA).

Deney grubunun son test cevapları incelendiğinde doğru kavram oranı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bazı öğrenciler hâlâ kavram yanılgısına düşse de (ör. “Ali çünkü bizim farklı özellikte olmamızı sağlayan parça değişimi mitoz bölünme esnasında gerçekleşir.” (KY)), büyük çoğunluk doğru cevap vermiştir. Örneğin; “Caner çünkü farklı özelliklerimizi sağlayan parça değişimi mayoz 1 aşamasında gerçekleşir.” (TA) “Caner çünkü mayoz 1 sırasında homolog kromozomlar arasında genetik materyal değişimi olur ve bu çeşitliliği sağlar.” (TA) “Caner çünkü mayoz 1 aşamasında kromozomlar parçalarını değiştirir, bu da bireyler arasında farklılık yaratır.” (D). Ayrıca kısmen doğru cevaplar da görülmüştür; “Caner çünkü mayozda parça değişimi vardır.” (KA), “Caner çünkü mayoz 1 sırasında özelliklerimiz değişir.” (KA), “Caner çünkü mayoz bölünmede çeşitlilik vardır.” (KA).

Deney grubunda doğru cevap oranı ön testte %3,23’ten %54,84’e çıkmıştır. Buna karşın kontrol grubunda bu artış %3,23’ten %38,71’e sınırlı kalmıştır. Bu bulgular literatürdeki çalışmalarla paraleldir; kavram karikatürlerinin öğrencilerin yanlış anlamalarını ortaya çıkararak bilimsel doğruya yönelttiği belirtilmektedir (Akgün & Derya, 2020; Çelik & Yıldırım, 2021; Yıldız & Şahin, 2022).



Şekil 4.6 6. Kavram karikatürü

6.kavram karikatürü, öğrencilerin mayoz bölünme sırasında kromozom sayısının değişimini anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Mayoz bölünme, üreme hücrelerinde genetik çeşitliliği sağlamak için kritik bir süreçtir ve mayoz I aşamasında homolog kromozomlar ayrılarak kromozom sayısı yarıya iner (Campbell & Reece, 2019; Alberts et al., 2018). Öğrenci yanıtları bu kavramın anlaşılma düzeyini ortaya koymaktadır. Örneğin, Ayşe'nin yanıtı "Dostlarım mayoz 1 aşamasında kromozom sayısı yarıya iner" doğru cevabı yansıtmaktadır ve öğrencinin kavramı doğru anladığını göstermektedir. Buket'in yanıtı "Bence mayoz 1 aşamasında kromozom sayısı sabit kalır", öğrencinin mayoz I'de gerçekleşen kromozom ayrılmasını kavrayamadığını göstermektedir. Çiğdem'in yanıtı "Arkadaşlar mayoz 1 aşamasında kromozom sayısı iki katına çıkar" ise kavram yanılgısı içermektedir; öğrenci mayoz ve mitoz arasındaki farkı karıştırmıştır.

Tablo 4.9. 6 Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri**	**Deney Grubu Ön Test**	**Kontrol Grubu Ön Test**	**Deney Grubu Son Test**	**Kontrol Grubu Son Test**
Tam Anlama (TA)	D-TD	3.23	3.23	51.61	35.48
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	0	3.23	0	6.45
	D-B	12.90	9.68	12.90	9.68
	Y-TD	0	0	0	0
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	3.23	6.45	0	6.45
	Y-KD	0	0	6.45	0

Tablo 4.9. 6 Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) (Devamı)

Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	38.71	35.48	19.35	35.48
	Y-B	22.58	19.35	6.45	3.23
Anlamama (A)	B-İ	0	0	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	19.35	22.58	3.23	3.23

Tablo 4.9'da görüldüğü gibi, kontrol ve deney gruplarının mayoz I aşamasında kromozom sayısı kavramına ilişkin ön ve son test yanıtları, öğrencilerin kavramsal gelişimini ayrıntılı olarak göstermektedir.

Ön testte, kontrol grubunda öğrencilerin çoğunluğu kavram yanılgısı kategorilerinde yer almaktadır. Kontrol grubunun ön test cevap örnekleri şu şekildedir; Buket "Bence mayoz 1 aşamasında kromozomlar oluştuğu için sabit kalır" (KY), Buket "Mayoz iki ve 4 aşamasında yarıya iner" (A), ve tablo çizilmiş n'den 4 tane yeni n oluşmuş cevabı Ayşe'den "Tablo çizilmiş n'den 4 tane yeni n oluşmuş" (KY) gibi ifadeler vermiştir. Bunun yanı sıra, Ayşe "Çünkü Mayoz I aşamasında kromozom sayısı yarıya iner" (TA) ve diğer bazı öğrencilerin "Ayşe çünkü mayozda yarıya iner mitozda sabit kalır" (KA) ifadeleri ise doğru ve kısmen doğru kavram yanıtlarını yansıtmaktadır. Bu durum, kontrol grubunda öğrencilerin ön testte kavramı kısmen anlamış ancak ciddi yanılgılar taşıdığını göstermektedir.

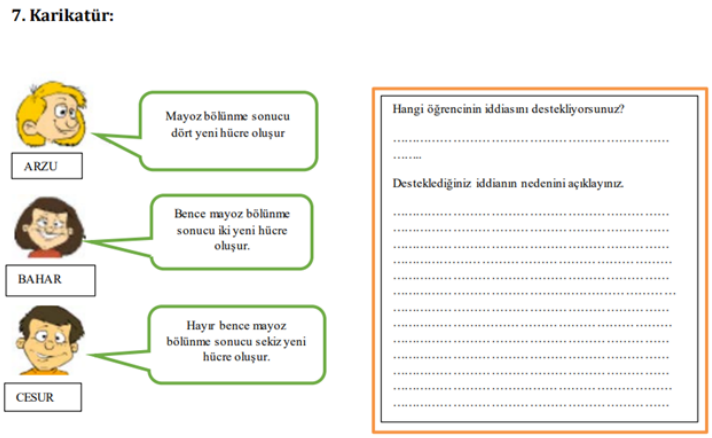
Deney grubunun ön test yanıtları da benzer şekilde kavram yanılgıları ve kısmen anlama ifadeler içermektedir. Örneğin; Buket "Buket dedim çünkü 1.aşamda çok bir şey değişmiyor bence" (KY), Buket "Her insanın kromozom sayısı aynıdır" (KY), Çiğdem "Bu konu hakkında pek fikrim yok, bana en yakın geleni seçtim" (A), Buket "Mayoz 1 aşamasında sabit kalır sonra mayoz 2 aşamasında yarıya iner" (KY), ve Ayşe "Ayşe'yi destekliyorum çünkü dediği gibi kromozom sayısı mayozun 1. Aşamasında yarıya iner" (TA) ifadeleri ön testte deney grubundaki öğrencilerin de kavramı eksik veya yanlış anladığını göstermektedir.

Son test sonuçları incelendiğinde, her iki grupta da kavramsal doğruluk oranının arttığı görülmektedir. Kontrol grubunda, Ö1 "Mayoz I aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve kromozom sayısı yarıya iner, böylece her hücrede yarı sayıda kromozom bulunur" (TA) gibi doğru yanıtlar dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, Çiğdem "Mayoz 1 aşamasında kromozom iki katına çıkar" (KY) ve Buket "Kromozom sayısı sabit kalır" (KY) ifadeleri, bazı öğrencilerin hâlâ kavram yanılgısı taşıdığını göstermektedir.

Deney grubunda son testte öğrenciler daha doğru ve bilimsel ifadeler kullanmıştır. Örneğin, Ayşe "Doğru, çünkü mayoz I'de homolog kromozomlar ayrılır ve kromozom sayısı yarıya iner" (TA), Ayşe "Mayoz I'de kromozom sayısı yarıya iner, ayrıca bu aşamada genetik çeşitlilik crossing-over ile artar ama sayı değişmez" (TA), ve Ayşe "Mayoz 1 aşamasında 2n olan ana hücreden n iki tane hücre oluşur. Mayoz 2 aşamasında da n kromozomlu 4 yeni hücre oluşur" (TA) ifadeleri doğru kavram yanıtlarını açıkça göstermektedir. Bu durum, deney grubundaki öğrencilerin ön testten sonra kavramı daha eksiksiz ve doğru anladığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak, ön test yanıtları öğrencilerin çoğunlukla kavram yanılgısı veya eksik bilgi içerdiğini gösterirken, son test yanıtları hem deney hem 79enetic gruplarında doğru kavram yanıtlarının arttığını ortaya koymaktadır. Özellikle deney grubunda doğru kavram yanıtlarının belirgin şekilde yükselmesi, uygulanan öğretim etkinliklerinin kavramsal gelişim üzerindeki etkisini açık biçimde göstermektedir.

Bu bulgular, öğrencilerin mayoz I aşamasındaki kromozom sayısı ile ilgili yanlış anlamalarının eğitim süreciyle önemli ölçüde düzeltilebildiğini ve deney grubuna uygulanan öğretim stratejisinin etkili olduğunu desteklemektedir (Johnson, 2015; Lee & Kim, 2017; Evrekli & Balım, 2024).



Şekil 4.7 7. Kavram karikatürü

7.kavram karikatürü, öğrencilerin mayoz bölünme sonucunda oluşan hücre sayısını anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Mayoz bölünme, üreme hücrelerinin (gametlerin) oluşumunda kritik bir süreçtir ve bir diploit (2n) ana hücreden dört 80enetic (n) hücre oluşur (Campbell & Reece, 2015; Johnson, 2016). Bu süreç, 80enetic çeşitliliğin sağlanması açısından önemlidir.

Öğrenci yanıtları kavramın anlaşılma düzeyini ortaya koymaktadır. Örneğin, Arzu'nun yanıtı "Mayoz bölünme sonucu dört yeni hücre oluşur" doğru cevabı yansıtmaktadır ve öğrencinin kavramı doğru anladığını göstermektedir. Bahar'ın yanıtı "Bence mayoz bölünme sonucu iki yeni hücre oluşur", öğrencinin mayoz ve mitoz arasındaki farkı henüz tam olarak kavrayamadığını göstermektedir. Cesur'un yanıtı "Hayır bence mayoz bölünme sonucu sekiz yeni hücre oluşur" ise kavram yanılgısı içermektedir; öğrenci hücre sayısını doğru tahmin edememiştir.

Tablo 4.10. 7. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	Değerlendirme Kriterleri	Deney Grubu Ön Test (%)	Kontrol Grubu Ön Test (%)	Deney Grubu Son Test (%)	Kontrol Grubu Son Test (%)
Tam Anlama (TA)	D-TD	12.90	9.68	67.74	51.61

Tablo 4.10. 7. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31) (Devamı)

Kısmen Anlama (KA)	D-KD	0	0	0	0
	D-B	22.58	16.13	3.23	6.45
	Y-TD	0	0	0	0
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	9.68	3.23	0	0
	Y-KD	0	0	3.23	0
Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	29.03	32.26	12.90	32.26
	Y-B	16.13	19.35	12.90	0
Anlamama (A)	B-İ	0	3.23	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	9.68	16.13	0	9.68

Tablo 4.10'da görüldüğü gibi, kontrol ve deney gruplarının mayoz bölünme sonucu oluşan hücre sayısı kavramına ilişkin ön ve son test yanıtları, öğrencilerin kavramsal gelişimini detaylı olarak göstermektedir.

Ön testte, kontrol grubunda öğrencilerin çoğunluğu kavram yanılgısı kategorilerinde yer almaktadır. Örneğin, Arzu'nun yanıtı "Mayoz 1'de sonucunda 2, Mayoz 2 sonucunda 4 yeni hücre oluşur" (TA) doğru kavramı yansıtırken, diğer öğrenciler Arzu'nun yanıtını yanlış yorumlamış ve "Arzu demiş ve mayoz 1 mayoz 2 olmadan direkt n kromozomdan 4 adet yeni n kromozomlu hücre oluşturmuş" (KY) gibi yanlış kavramsal ifadeler kullanmıştır. Bahar'ın yanıtları "Kromozom sayısı değişmez" (KY) ve "Mayoz bölünme sonucu iki hücre oluşur" (A) ise

öğrencilerin kavramı yanlış anladığını göstermektedir. Kısmen doğru ifadeler de gözlemlenmiştir: "Arzu doğru, mayozda dört hücre oluşuyor, ama 1. ve 2. aşamaları tam bilmiyorum" (KA).

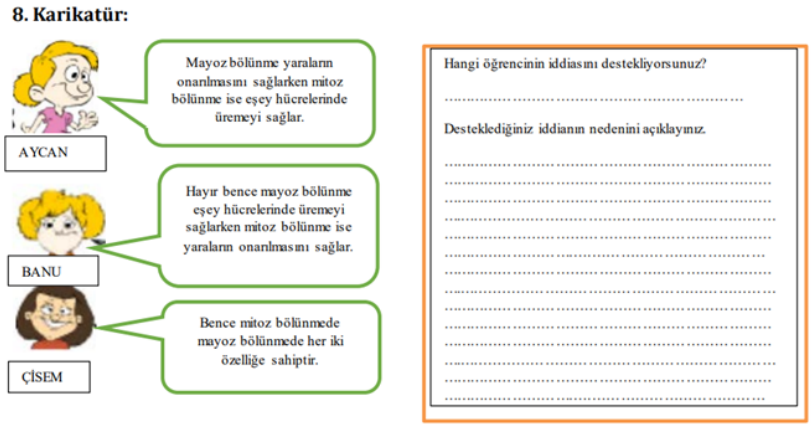
Deney grubunun ön test yanıtları da benzer bir dağılım göstermektedir. Örneğin, Arzu'yu destekleyen bazı öğrenciler "Mayozun 1. aşamasında 2 hücre, 2. aşamasında sonra 4 yeni hücre oluşur" (TA) gibi doğru yanıtlar vermiştir. Bununla birlikte, Buket'in yanıtları "Mayozda 2 yeni hücre oluşturur" (KY) ve "Her bölünmeden 2 tane hücre çıkar. 1 defa bölünse 2, 3 defa bölünse 8" (KY) gibi kavram yanılgıları içermektedir. Ön test sonuçları, deney grubundaki öğrencilerin kavramı kısmen veya yanlış anladığını göstermektedir.

Son test sonuçları incelendiğinde, her iki grupta da kavramsal doğruluk oranının arttığı görülmektedir. Kontrol grubunda, Ö1 "Arzu doğru söylüyor çünkü mayoz bölünme sonucunda dört yeni hücre oluşur. Mayoz iki aşamada gerçekleşir: Mayoz I ve Mayoz II. Mayoz I'in sonunda iki hücre oluşur, bu hücreler tekrar bölünerek Mayoz II'nin sonunda toplam 4 hücre meydana gelir" (TA) ifadesi doğru kavramı net bir şekilde yansıtmaktadır. Ancak bazı öğrenciler hâlâ "Bahar çünkü sadece sperm ve yumurta hücresi vardır" (KY) ve "Cesur çünkü 8 yeni hücre oluşur" (KY) gibi yanlış bilgiler vermiştir.

Deney grubunda son testte öğrenciler daha doğru ve bilimsel ifadeler kullanmıştır. Örneğin, Arzu "Mayoz bölünmede başlangıçta 2n kromozomlu hücre vardır ve süreç sonunda dört adet n kromozomlu hücre oluşur" (TA) ve "Ana hücreden dört yavru hücre oluşur" (TA) ifadeleri doğru kavram yanıtlarını açıkça göstermektedir. Kısmen doğru ifadeler de bazı öğrenciler tarafından verilmiştir: "Bahar çünkü ilk 2 tane hücre oluşur" (KY) veya "Mayoz 1 de 2 tane oluşur, mayoz 2 aşamasında 2 tane daha eklenir" (KA).

Genel olarak, ön test yanıtları öğrencilerin çoğunlukla kavram yanılgısı veya eksik bilgi içerdiğini ortaya koyarken, son test yanıtları hem deney hem kontrol gruplarında doğru kavram yanıtlarının arttığını göstermektedir. Özellikle deney grubunda doğru kavram yanıtlarının belirgin şekilde yükselmesi, uygulanan öğretim etkinliklerinin kavramsal gelişim üzerindeki etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bulgular, öğrencilerin mayoz bölünme sonucu hücre sayısı ile ilgili yanlış anlamalarının eğitim süreciyle önemli ölçüde düzeltilebildiğini ve

deney grubuna uygulanan öğretim stratejisinin etkili olduğunu desteklemektedir (Campbell & Reece, 2015; Johnson, 2016; Lee & Kim, 2017; Evrekli & Balım, 2024).



Şekil 4.8 8. Kavram karikatürü

8.kavram karikatürü, öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmenin işlevlerini ayırt etme düzeylerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Mitoz bölünme, vücut hücrelerinin yenilenmesi ve yaraların onarılmasında görev alırken, mayoz bölünme üreme hücrelerinin (gametlerin) oluşumunda kritik bir rol oynamaktadır (Aktaş, 2016; Demir, 2017). Bu kavramın doğru anlaşılması, öğrencilerin hücre bölünmeleri ile ilgili temel biyoloji kavramlarını doğru biçimde kavramaları açısından önemlidir.

Öğrenci yanıtları kavramın anlaşılma düzeyini ortaya koymaktadır. Örneğin, Banu'nun yanıtı "Hayır bence mayoz bölünme eşey hücrelerinde üremeyi sağlarken mitoz bölünme ise yaraların onarılmasını sağlar" doğru cevabı yansıtmaktadır ve öğrencinin kavramı doğru anladığını göstermektedir. Aycan'ın yanıtı "Mayoz bölünme yaraların onarılmasını sağlarken mitoz bölünme ise eşey hücrelerinde üremeyi sağlar" kavram yanılgısı içermektedir; öğrenci mitoz ve mayoz işlevlerini yanlış eşleştirmiştir. Çisem 'in yanıtı "Bence mitoz bölünmede mayoz bölünmede her iki özelliğe sahiptir" ise kavramsal karmaşa ve eksik anlayışı göstermektedir.

Tablo 4.11. 8. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri**	**Deney Grubu Ön Test (%)**	**Kontrol Grubu Ön Test (%)**	**Deney Grubu Son Test (%)**	**Kontrol Grubu Son Test (%)**
Tam Anlama (TA)	D-TD	6.45	3.23	58.06	35.48
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	3.23	3.23	0	9.68
	D-B	9.68	6.45	12.90	6.45
	Y-TD	0	6.45	0	0
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	12.90	3.23	0	9.68
	Y-KD	3.23	6.45	6.45	3.23
Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	19.35	29.03	12.90	25.81
	Y-B	16.13	16.13	6.45	6.45
Anlamama (A)	B-İ	0	0	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	29.03	25.81	3.23	3.23

Tablo 4.11'de görüldüğü gibi, kontrol ve deney gruplarının mitoz ve mayoz bölünmenin işlevlerine ilişkin ön ve son test yanıtları, öğrencilerin kavramsal gelişimini detaylı biçimde ortaya koymaktadır.

Kontrol grubunun ön test yanıtları incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun kavram yanılgısına sahip ifadeler kullandığı görülmektedir. Örneğin, Ö1 "Banu çünkü mayoz bölünme üremeyi sağlıyor hayvan olduğu için. Mitozu hatırlamıyorum" (KY), Ö2 "Aycan'ı seçiyorum çünkü tek bildiğim mitoz bölünme yaraları onarır" (KY) ve Ö3 "Çisem çünkü bence de mitoz bölünme ve mayoz bölünmenin ikisinin de özellikleri aynıdır" (KY) ifadeleri, öğrencilerin kavramları karıştırdığını göstermektedir.

Bunun yanında Ö4 "Banu'yu seçiyorum çünkü mitoz hayvanlarda gelişmeyi ve yaraların onarılmasını sağlarken, mayoz ise eşey hücrelerinde üremeyi sağlar" (TA) ifadesi, kontrol grubunda doğru kavramı yansıtmaktadır.

Deney grubunun ön test yanıtları da benzer biçimde kavram yanılgılı ifadeler içermektedir. Örneğin, Ö1 "Banu'yu seçtim çünkü eşey hayvanlarda var" (KY), Ö2 "Aycan çünkü mitoz bölünme eşey hücrelerinde üremeyi sağlar" (KY) ve Ö3 "Aycan'ı destekliyorum çünkü mayoz bölünme yaraların onarılmasını sağlarken mitoz bölünme ise eşey hücrelerinde üremeyi sağlar" (KY) yanıtları, öğrencilerin kavramları yanlış veya eksik bildiğini göstermektedir. Bununla birlikte Ö4 "Banu çünkü mitoz bölünme sonucunda birbirinin aynısı hücreler çıktığını bildiğimiz için mitoz bölünmenin yaraları onardığını düşünüyorum. Mayoz ise eşey hücrelerinde üremeyi sağlar" (TA) yanıtı doğru kavramı yansıtmaktadır.

Son test sonuçları, her iki grupta da kavramsal doğruluk oranının arttığını göstermektedir. Kontrol grubunda Ö1 "Ben Banu'yu seçiyorum çünkü mitoz bölünme vücudumuzdaki yaraların iyileşmesini sağlar. Mayoz bölünme ise üreme için eşey hücrelerini oluşturur. O yüzden Banu doğru söylüyor" (TA) ve Ö2 "Ben Banu'yu seçtim. Çünkü mitoz bölünme canlılarda büyüme, gelişme ve yaraların onarılması için gereklidir. Mayoz bölünme eşey hücrelerini oluşturur" (TA) ifadeleri, öğrencilerin doğru kavramları net biçimde anladığını ortaya koymaktadır.

Deney grubunda son test yanıtları da benzer şekilde doğru kavram yanıtlarının arttığını göstermektedir. Örneğin, Ö1 "Banu doğru çünkü mayoz bölünme eşey hücrelerinin oluşumunu sağlarken, mitoz bölünme vücut hücrelerinde büyüme ve

yaraların onarımı için gerçekleşir" (TA), Ö2 "Banu'yu seçiyorum çünkü mayoz yalnızca üremede görev alır, mitoz ise yaraların onarımı ve vücut hücrelerinin çoğalması için gereklidir" (TA) ve Ö3 "Banu'nun cevabı doğru. Mayoz bölünme ile sperm ve yumurta hücreleri üretilir, mitoz bölünme ile ise vücuttaki hücreler kendini yeniler ve yaralar iyileşir" (TA) ifadeleri, deney grubundaki öğrencilerin kavramsal yanlışlarının eğitim süreciyle önemli ölçüde düzeltildiğini göstermektedir.

Genel olarak, Tablo 4.11'de görüldüğü gibi, ön test son test yanıtlar hem deney hem kontrol gruplarında doğru kavram yanıtlarının belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Özellikle deney grubunda doğru kavram yanıtlarının yükselmesi, uygulanan öğretim etkinliklerinin kavramsal gelişim üzerindeki etkisini desteklemektedir.

Bu bulgular, öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünme işlevleri ile ilgili yanlış anlamalarının eğitim süreciyle önemli ölçüde düzeltilebildiğini ve doğru kavramın öğrenilmesinde deney grubuna uygulanan öğretim stratejisinin etkili olduğunu göstermektedir (Gödek, Polat & Kaya, 2019; Kaplan & Aydın, 2023; Şahin, 2024).



Şekil 4.9 9. Kavram karikatürü

9. Karikatürde, öğrencilerden mitoz ve mayoz bölünmenin hangi hücrelerde gerçekleştiğini belirlemeleri istenmiştir. Karikatürde Ahu, mitozun eşey ana hücrelerinde, mayozun ise vücut hücrelerinde gerçekleştiğini öne sürerken; Beril, her iki bölünmenin eşey hücrelerinde gerçekleştiğini ifade etmiştir. Bu yanıtlar, öğrencilerin mitoz ve mayoz kavramlarını karıştırdığını ve kavramsal bir yanılgı içinde olduklarını göstermektedir.

Doğru cevap Candan'ın ifadesidir: mitoz bölünme vücut hücrelerinde, mayoz bölünme ise eşey ana hücrelerinde görülür. Karikatür, öğrencilerin hücre bölünmelerinin türlerini ve gerçekleştiği hücre tiplerini görsel olarak anlamalarını teşvik eden bir araçtır. Bu görsel uyarıcı, öğrencilerin kavramsal farklılıkları ayırt etmelerini sağlar ve yanlış anlaşılmaları tespit etmek için etkili bir yöntem olarak kullanılabilir (Kara, 2019; Yıldırım & Demir, 2021; Aksoy, 2022).

Tablo 4.12. 9. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlama Düzeyleri	**Değerlendirme Kriterleri**	**Deney Grubu Ön Test (%)**	**Kontrol Grubu Ön Test (%)**	**Deney Grubu Son Test (%)**	**Kontrol Grubu Son Test (%)**
Tam Anlama (TA)	D-TD	3.23	3.23	61.29	16.13
Kısmen Anlama (KA)	D-KD	3.23	3.23	0	19.35
	D-B	9.68	12.90	12.90	22.58
	Y-TD	0	0	0	0
Kavram Yanılgılı Kısmen Anlama (KA+ky)	D-Y	12.90	3.23	0	0
	Y-KD	0	0	3.23	3.23
Kavram Yanılgısı (KY)	Y-Y	35.48	32.26	16.13	25.81
	Y-B	19.35	12.90	6.45	6.45

Tablo 4.12. 9. Karikatüre ait ön–son test sonuçları (Deney grubu N=31, kontrol grubu N=31)

Anlamama (A)	B-İ	0	3.23	0	0
Cevap Yok (CY)	B-B	16.13	29.03	0	6.45

Tablo 4.12'de görüldüğü gibi, kontrol ve deney gruplarının mitoz ve mayoz bölünmenin gerçekleştiği hücre tipine ilişkin yanıtları öğrencilerin kavramsal gelişimini detaylı biçimde göstermektedir. Ön testte, kontrol grubunda öğrencilerin çoğunluğu kavram yanılgısı kategorilerinde yer almaktadır. Örneğin, Ö1 "Ahu çünkü ikisi farklı hücrelerde görülür" (KY), Ö2 "Candan'ı destekliyorum çünkü mitoz bölünmesinde yaraların onarılmasını sağlarken mayozda ise üremeyi sağlar" (KA), Ö3 "Candan'ı seçiyorum. Nedenim ise mitoz gelişmeyi sağlar" (KA) ve Ö4 "Ahu çünkü mitoz üreme ve insanları iyileştirmeyi sağlar" (KY) gibi ifadeler öğrencilerin kavram yanılgısı veya eksik bilgilerini ortaya koymaktadır. Kontrol grubunda yalnızca Ö6 "Candan'ı seçiyorum çünkü mitoz bölünme vücut hücrelerinde gerçekleşir ve hücrelerin büyümesini sağlar, mayoz ise eşey ana hücrelerinde gerçekleşir ve üremeyi sağlar" (TA) doğru kavramı yansıtmaktadır.

Deney grubunun ön test yanıtları incelendiğinde öğrenciler benzer biçimde kavram yanılgıları ve kısmen doğru ifadeler kullanmıştır. Örneğin, Ö1 "Ahu'nun iddiasını destekliyorum çünkü mayoz bölünmenin vücut hücresinde görüldüğünü biliyorum" (KY), Ö2 "Beril'in iddiasını destekliyorum çünkü her aşamada hem mitoz hem mayoz görülür" (KY), Ö3 "Candan'ı seçtim mitozu bilmiyorum ama mayoz eşey hücrelerinde görülür" (KA), Ö4 "Candan, mitoz bölünme sperm ve yumurta hücrelerinde gerçekleşmediği için mayoz bölünmenin sperm ve yumurta hücrelerini oluşturduğunu düşünüyorum" (TA) gibi örnekler, deney grubunun da kavramsal anlamada eksiklikler taşıdığını göstermektedir.

Son test sonuçları, her iki grupta da kavramsal doğruluk oranının arttığını ortaya koymaktadır. Kontrol grubunda Ö5 "Doğru cevap Candan'dır çünkü mitoz bölünme vücut hücrelerinde, mayoz bölünme ise eşey ana hücrelerinde görülür" (TA) ve Ö6 "Candan doğru. Ahu yanlış söylüyor çünkü mitoz eşey hücrelerinde

değil vücut hücrelerinde olur. Beril ise her ikisinde de görülür demiş ama bu doğru değil" (TA) ifadeleri, öğrencilerin doğru kavramı öğrenme oranının yükseldiğini göstermektedir. Deney grubunda ise Ö5 "Candan, çünkü mitoz bölünme vücut hücrelerinde gerçekleşir ve hücreleri yeniler; mayoz bölünme ise eşey ana hücrelerinde görülür ve üreme hücreleri oluşur" (TA), Ö6 "Candan doğru, çünkü mitoz vücut hücrelerinde, mayoz ise eşey hücrelerinde görülür. Ahu ve Beril yanlış söylüyor" (TA) ve Ö7 "Doğru cevap Candan. Mitoz bölünme vücut hücrelerinde büyüme ve onarım için, mayoz bölünme ise eşey hücrelerinin oluşumu için gerçekleşir" (TA) ifadeleri, doğru kavram yanıtlarının belirgin biçimde arttığını göstermektedir.

4.2.2 Kavram Karikatürüne Ait Nicel Bulgular

Araştırmada, hücre ve bölünmeler ünitesine yönelik kavram karikatürü uygulamasından elde edilen ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Shapiro–Wilk testi uygulanmıştır.

Tablo 4.13. KK ön ve son uygulamasına ait Shapiro-Wilk Normallik Test bulguları

		Shapiro- Wilk		
		İstatistik	**df**	**p**
Ön KK	Kontrol	0.911	8	0.324
	Deney	0.938	8	0.557
Son KK	Kontrol	0.958	8	0.773
	Deney	0.909	8	0.312

Örneklem büyüklüğü nispeten küçük olduğu için (her grup için N=9 karikatür toplam puanı), bu testin uygulanması uygun görülmüştür (Büyüköztürk, 2019). Bu analizde null hipotez (H=0), veri setlerinin normal dağılımdan geldiğini varsaymaktadır. Yapılan testler sonucunda, dört grubun da p değerlerinin 0.05 anlamlılık düzeyinden büyük olduğu tespit edilmiştir. Deney grubu ön test (W=0.938, p=0.557) ve son test (W=0.911, p=0.324) puanları için normallik

varsayımı sağlanmıştır. Benzer şekilde, kontrol grubu ön test (W=0.909, p=0.312) ve son test (W=0.958, p=0.773) puanları da normal dağılım gösterdiğini kanıtlamıştır. Tüm gruplarda p> 0.05 olduğu için null hipotezi reddedilememiştir ve karikatür toplam puanlarının normal dağılım sergilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, grupların ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla bağımlı ve bağımsız Örneklemler t-Testi gibi parametrik analizlerin kullanılabileceğini göstermektedir. **(Not:** *Bu testin, 31 öğrencinin bireysel skorları yerine 9 adet karikatürün toplam puanları üzerinden yapıldığına dikkat edilmelidir.*)

Deney grubunun kavram karikatürü uygulaması öncesi ve sonrası kavramsal anlama düzeylerindeki arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımlı gruplar t-testi uygulanmıştır (Büyüköztürk, 2019). Deney grubunu bağımlı gruplar t-testi sonuçları Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Tablo 4.14. Deney grubunun KK'nin ön ve son test puanlarının Bağımlı Grup t-testi ile karşılaştırılması

		N	**Ortalama ($\bar{x}$)**	**Standart Sapma (Ss)**	**Serbestlik Derecesi (sd)**	**t**	**p**
Ön KK	Deney Grubu	9	48.78	8.71	8	10.16	0.000
Son KK		9	90.56	12.45			

Bağımlı Gruplar t-Testi sonuçları incelendiğinde, deney grubunun kavram karikatürü ön test puanları ($\bar{x}$= 48.78, Ss = 8.71) ile son test puanları ($\bar{x}$= 90.56, Ss = 12.45) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (t (8) = 10.16, p <0.001). Özellikle son test puan ortalaması, ön test puan ortalamasından belirgin ölçüde yüksektir. Bu bulgu, uygulanan eğitsel müdahalenin karikatür toplam puanları üzerinde güçlü ve anlamlı bir pozitif etki yarattığını göstermektedir. P değerinin 0.001'den küçük olması, bu farkın rastlantısal olma olasılığının oldukça düşük olduğunu ve elde edilen bulgunun istatistiksel açıdan güçlü olduğunu kanıtlamaktadır. Deney grubunun karikatür toplam puanlarında gözlenen bu önemli artış, uygulamanın amacına ulaştığını ve incelenen yapıya ait skorları yükselttiğini işaret etmektedir. Bu sonuç, deney grubunda uygulanan

programın ölçülen değişken üzerinde etkili olduğuna dair önemli bir kanıt sunmaktadır (Pallant, 2020).

Kontrol grubuna ait kavram karikatürü ön ve son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin bağımlı gruplar t-testi sonuçları Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Kontrol grubunun KK'nin ön ve son test puanlarının Bağımlı Grup t-testi ile karşılaştırılması

		N	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart Sapma (Ss)	Serbestlik Derecesi (sd)	t	p
Ön KK	Kontrol	9	44.67	10.31	8	9.20	0.000
Son KK	Grubu	9	75.11	11.65			

Kontrol grubunun ön test ve son test karikatür toplam puanlarının karşılaştırılması amacıyla yürütülen Bağımlı Gruplar t-Testi, iki ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur ($t(8) = 9.20$, $p<0.001$). Ön test puan ortalaması $\bar{x} = 44.67$ iken, son test puan ortalaması $\bar{x}= 75.11$ olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, kontrol grubunun toplam puanlarında uygulamalar arasında geçen süre zarfında yaklaşık 30.44 puanlık bir artış yaşandığını göstermektedir. p değerinin 0.001'den küçük olması, bu farkın rastlantısal bir sapma olmadığını ve istatistiksel açıdan güçlü bir bulgu olduğunu teyit etmektedir. Puanların dağılımı incelendiğinde, standart sapma değerinin ön testte (Ss = 10.31) ve son testte (Ss = 11.65) birbirine yakın olmakla birlikte biraz arttığı görülmektedir. Bu artış, zaman içinde karikatür toplam puanlarının yayılımında hafif bir heterojenleşme eğilimi olduğunu gösterir.

Deney ve kontrol gruplarının kavram karikatürü ön test puanlarının başlangıç düzeylerindeki farklılıkları belirlemek amacıyla bağımsız gruplar t-testi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.16. Deney ve kontrol grubunun KK'nin ön test puanlarının bağımsız grup t testi ile karşılaştırılması

		N	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart Sapma (Ss)	Serbestlik Derecesi (sd)	t	p
Ön KK	Deney Grubu	9	48.78	8.71	16	0.914	0.374
	Kontrol Grubu	9	44.67	10.31			

Bağımsız Gruplar t-Testi, deney grubunun ($\bar{x}$ = 48.78) ve kontrol grubunun ($\bar{x}$ = 44.67) kavram karikatürü ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir (t= 0.914, p = 0.374). p değerinin 0.05 anlamlılık düzeyinden büyük olması nedeniyle, iki grup arasındaki ortalama farkın rastlantısal olduğu kabul edilir. Bu bulgu, çalışmanın başlangıcında deney ve kontrol gruplarının kavram karikatürü puanları açısından benzer düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu eşdeğerlik, deney tasarımında uygulanan müdahalenin etkisinin, başlangıç seviyesindeki farklılıklardan kaynaklanmadığını varsaymak için önemli bir temel oluşturur (Creswell, 2012; Karasar, 2016).

Deney ve kontrol gruplarının kavram karikatürü son test puanları arasındaki farkı belirlemek amacıyla bağımsız gruplar t-testi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.17'de sunulmuştur.

Tablo 4.17. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin KK son test puanlarının Bağımsız Grup t- testi ile karşılaştırılması

		N	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart Sapma (Ss)	Serbestlik Derecesi (sd)	t	p
Son KK	Deney Grubu	9	90.56	12.45	16	2.718	0.015
	Kontrol Grubu	9	75.11	11.65			

Bağımsız Gruplar t-Testi sonuçları, deney grubu ($\bar{x}$=90.56) ve kontrol grubu ($\bar{x}$=75.11) kavram karikatürü son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı

bir fark olduğunu göstermiştir (t= 2.718, p = 0.015). p değeri 0.05'ten küçük olması nedeniyle, deney grubu lehine olan bu farkın rastlantısal olmadığı kabul edilir. Deney grubunun son test ortalaması, kontrol grubunun son test ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksektir. Bu bulgu, uygulanan müdahalenin, kontrol grubundaki doğal gelişimin ötesinde, karikatür toplam puanları üzerinde ek ve belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Keogh & Naylor, 1999; Kabapınar, 2005; Atasoy, 2008).

Genel olarak, ön test yanıtları öğrencilerin büyük ölçüde kavram yanılgısı veya kısmen doğru bilgiler içerdiğini ortaya koyarken, son test yanıtları hem deney hem kontrol gruplarında öğrencilerin doğru kavramı anlama oranının belirgin biçimde yükseldiğini göstermektedir.

4.2.3 Kavram Yanılgıları Karşılaştırmalı Analiz Tabloları

Bu bölümde, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test cevapları karşılaştırılarak öğrencilerin hücre ve bölünmeler konusundaki kavram yanılgılarının değişimi incelenmiştir. Tablolarda, her grupta hangi kavram yanılgılarının giderildiği, hangilerinin ise devam ettiği ayrıntılı biçimde gösterilmiştir. Mitoz bölünme sonucunda oluşan yeni hücre sayısına ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4.18. 1. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi
Kontrol Grubu	Ön Test	Mitozda 2 hücreden az veya çok hücre oluştuğu inancı/ Mitozda 2n/4n kromozom sayısına göre hücre sayısının artırılması Mitozun görevini bitirince ikiye ayrıldığı inancı
	Son Test	Mitozda 4 yeni hücre oluştuğu inancı/ Mitozun 2 hücreden oluştuğu inancı / Mitozun önce 1, sonra 2, sonra 4 hücre oluşturduğu inancı

Tablo 4.18. 1. Karikatür kavram yanılgısı analizi (Devamı)

Deney Grubu	Ön Test	Mitozun 2 hücreden oluştuğu inancı / Mitozun hücre sayısı artınca ikiye bölündüğü inancı / Mitozun çok hücrelilerde çoğaldığı inancı / Mitozda 2 tane benzer şekilde çoğalma inancı
	Son Test	Mitozun amacını DNA eşlenmesiyle açıklama

Ön test sonuçları incelendiğinde, her iki grubun da mitoz bölünmenin temel sonuçları ve amacı hakkında benzer yanılgıları taşıdığı belirlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinde en dikkat çekici yanılgılar, mitoz sonucunda oluşan hücre sayısının ve kromozom sayısındaki değişimin hatalı yorumlanması üzerine yoğunlaşmıştır. Bu durum, öğrencilerin mitozun iki yeni hücre oluşturduğu ve kromozom sayısının korunduğu temel ilkesini tam olarak özümseyemediğine işaret etmektedir. Benzer şekilde, Deney grubunda da "Mitozun 2 hücreden oluştuğu inancı" ve mitozu sadece basit bir çoğalma süreci olarak gören yanılgılar ön plana çıkmıştır. Bu bulgular, öğrencilerin çalışmanın başlangıcında konuya ilişkin kavramsal yapılarının büyük ölçüde hatalı veya eksik olduğunu teyit etmektedir.

Son test uygulaması sonrasında elde edilen bulgular, uygulanan öğretim yöntemlerinin kavram yanılgıları üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

Mevcut öğretim programına uygun öğretimin uygulandığı kontrol grubunda, son testte yeni yanılgı kategorileri ortaya çıkmış ve ön testteki bazı hatalı anlamalar devam etmiştir. Özellikle "Mitozda 4 yeni hücre oluştuğu inancı" ve "Mitozun önce 1, sonra 2, sonra 4 hücre oluşturduğu inancı" gibi bölünme aşamaları ve sonuç sayısıyla ilgili yanılgıların devam etmesi, mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla bu tür kavramsal zorlukları gidermede yetersiz kaldığını göstermektedir.

Buna karşın, web destekli materyaller ile öğretim gören deney grubunda, ön testte belirlenen çok sayıdaki yüzeysel yanılgı kategorisinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Son testte deney grubu öğrencilerinde baskın olarak tespit edilen tek

bir yanılgı kategorisi kalmıştır: "Mitozun amacını DNA eşlenmesiyle açıklama." Bu bulgu, öğrencilerin basit sayısal hatalar ve çoğalma amaçlı yanlış anlamaları aşarak, mitoz ve DNA replikasyonu gibi süreçler arasındaki karmaşık ilişkiye odaklandığını göstermektedir. Web destekli materyallerin, öğrencileri daha derin düzeyde düşünmeye yönlendirerek yüzeysel kavram yanılgılarını başarılı bir şekilde dönüştürdüğü, ancak DNA eşlenmesinin bölünmenin amacı değil, bölünmeye hazırlık aşaması olduğu yönündeki bu yeni ve daha derin yanılgıyı tamamen ortadan kaldıramadığı sonucuna varılmıştır.

Mitoz bölünme sonucunda oluşan hücrelerin kromozom sayısına ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.19'da sunulmuştur.

Tablo 4.19. 2. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi
Kontrol Grubu	Ön Test	Mitozda kromozom sayısının iki katına çıktığı (n▸2n) inancı / Kromozom sayısının değişmezliği hakkında yanlış dayanak
	Son Test	Mitozda kromozom sayısının yarıya indiği inancı / Mitozda kromozom sayısının yarıya inmesi (Mayoz ile karıştırma) / Eşey hücrelerinin kromozom sayısı ile Mitozu açıklama
Deney Grubu	Ön Test	Mitozda kromozom sayısının yarıya indiği inancı / Mitozda kromozom sayısının iki katına çıktığı (n▸2n) inancı / Mitozda kromozomların paylaşılması ile açıklama
	Son Test	Mitozda kromozom sayısının yarıya indiği inancı / Mitozda kromozom sayısının iki katına çıktığı inancı

Ön test bulguları, öğrencilerin mitoz bölünmede kromozom sayısının değişimi konusunda hem artış hem de azalma yönünde olmak üzere ciddi belirsizlikler yaşadığını ortaya koymuştur. Kontrol Grubu'nda baskın yanılgı, kromozom sayısının iki katına çıktığına dair inanç ve bu sayının değişmezliği ilkesine yönelik yanlış dayanaklardır. Deney Grubu öğrencilerinde ise, kromozom sayısının hem iki katına çıktığı hem de yarıya indiği inancının baskın olması, öğrencilerin bu kavramı Mayoz bölünme ile net bir şekilde ayırt edemediğini göstermektedir. Ayrıca, "Mitozda kromozomların paylaşılması ile açıklama" yanılgısı, öğrencilerin bölünmeyi kromozomların eşit dağılımı yerine, basit bir bölüşme süreci olarak algıladığını düşündürmektedir.

Son test sonuçları, uygulanan öğretim yöntemlerinin bu temel yanılgıları gidermedeki farklı etkinliğini gözler önüne sermektedir. Mevcut öğretim programıyla öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubunda, son testte kromozom sayısının yarıya indiği inancının daha belirgin hale geldiği ve eşey hücrelerinin kromozom sayısı ile mitozun açıklandığı yeni bir yanılgının ortaya çıktığı görülmüştür. Bu durum, mevcut öğretim programla öğretimin, mitoz ve mayoz arasındaki temel ayrımı netleştirmede yetersiz kaldığını göstermektedir.

Buna karşılık, web destekli materyaller ile öğretim gören deney grubunda, ön testteki üç farklı yanılgı kategorisi, son testte yalnızca iki temel kategoriye indirgenmiştir: kromozom sayısının yarıya indiği inancı ve iki katına çıktığı inancı. Her ne kadar bu temel yanılgılar tamamen ortadan kaldırılamamış olsa da yanılgı kategorilerinin sayısının azalması, öğrencilerin web destekli materyaller sayesinde mitozun kromozom sayısına etkisine dair kavramsal alanda bir daralma yaşadığını ve kromozomların paylaşılması gibi daha yüzeysel hatalı açıklamaları terk ettiğini düşündürmektedir. Ancak, mitoz ve mayoz bölünmenin en kritik ayırt edici özelliği olan kromozom sayısının yarıya inmesi ve sabit kalması konusundaki karışıklığın (Güneş & Şener, 2011), kullanılan materyallere rağmen devam ettiği tespit edilmiştir. Bu durum, kavramsal değişimin sağlanması için daha derinlemesine etkileşimli materyallere ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir.

Mitoz bölünme sonucunda oluşan hücrelerin genetik yapısına ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.20'de sunulmuştur.

Tablo 4.20. 3. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi
Kontrol Grubu	Ön Test	Yavru hücrelerin farklı genetik bilgi taşıdığı inancı / Mitozda genetik farklılığın parça değişimiyle oluştuğu (Mayoz ile karıştırma) / Yavru hücrelerin ebeveyn (anne-baba) özelliklerini taşıdığı inancı
	Son Test	Yavru hücrelerin kısmen aynı, kısmen farklı olduğu inancı / Yavru hücrelerin farklı genetik bilgi taşıdığı inancı / Mayoz bölünme halinde anne ve babanın özelliğini taşıma inancı
Deney Grubu	Ön Test	Mitozda kalıtsal özellik olmadığı inancı / Mitozda genetik bilginin çekirdekten aktarılması ile açıklama / Mitozda genlerin aktarılmamasıyla çeşitlilik oluştuğu inancı / Mitozda çekirdek değişir ama hücre dışı aynı kalır inancı
	Son Test	Yeni hücre oluşuyorsa aynı olması garip olurdu inancı / Yavru hücrelerin kısmen aynı, kısmen farklı olduğu inancı / Mitozda bazı özelliklerin paylaşılması inancı

Ön test sonuçları, her iki gruptaki öğrencilerin de mitoz bölünmeyi mayoz ile karıştırarak genetik çeşitliliğin oluştuğuna inandığını göstermektedir. Kontrol grubunda baskın yanılgılar, "Yavru hücrelerin farklı genetik bilgi taşıdığı inancı" ve bu farklılığın "Mayoz ile karıştırma" sonucu genetik parçaların değişimiyle oluştuğu inancıdır. Ayrıca, mitozun eşeyli üreme ile karıştırılması sonucu "Yavru hücrelerin ebeveyn özelliklerini taşıdığı inancı" da tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencileri ise ön testte daha spesifik, ancak hatalı genetik açıklamalara

yönelmiştir. Örneğin; "Mitozda kalıtsal özellik olmadığı inancı" ve "Mitozda genetik bilginin çekirdekten aktarılması ile açıklama" gibi yanılgılar, öğrencilerin kalıtsal materyalin aktarımı konusunda net bir mekanizma bilgisine sahip olmadığını düşündürmektedir.

Son test bulguları, Deney grubunda uygulanan web destekli öğretim materyallerin, Kontrol grubuna göre daha etkili bir kavramsal değişim sağladığını düşündürmektedir.

Mevcut öğretim programıyla öğretimin uygulandığı kontrol grubunda, son testte "Yavru hücrelerin kısmen aynı, kısmen farklı olduğu inancı" ve "Mayoz bölünme halinde anne ve babanın özelliğini taşıma inancı" gibi, kalıtsal farklılık ve mayoz karışıklığından kaynaklanan yanılgıların devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu durum, mevcut öğretim programıyla öğretimin, mitozun kalıtsal olarak özdeş hücreler ürettiği ve mayozdan temel farkının bu olduğu yönündeki kavramsal netliği sağlamakta yetersiz kaldığını göstermektedir.

Web destekli öğretim materyalleri ile öğretim gören deney grubunda ise son testte ortaya çıkan yanılgılar, daha çok sürecin mantığını sorgulama veya günlük dilden kaynaklanma eğilimi göstermiştir. Örneğin, "Yeni hücre oluşuyorsa aynı olması garip olurdu inancı" bulgusu, öğrencilerin bilimsel gerçek yerine sezgisel mantık yürütme eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, ön testteki "kalıtsal özellik olmadığı" gibi temel hatalı çıkarımların yerini, "Mitozda bazı özelliklerin paylaşılması inancı" gibi daha yumuşak ve müzakere edilebilir hatalı açıklamaların alması, web destekli öğretim materyallerin öğrencilerin kavramsal çerçevesini mayozdan uzaklaştırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ancak, mitozda kalıtsal özdeşliğin mutlak olduğu yönündeki temel bilimsel gerçeğin tam olarak kabul edilmesinde hâlâ zorluk yaşandığı tespit edilmiştir.

Bireysel farklılığın nedenine ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.21'de sunulmuştur.

Tablo 4.21. 4. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi

Tablo 4.21. 4. Karikatür kavram yanılgısı analizi (Devamı)

Kontrol Grubu	Ön Test	Bireysel farklılığın mitoz bölünme sayesinde oluştuğu inancı / Mitozun içinde DNA bulunduğu için farklılık oluştuğu inancı / Farklılığın mitoz/mayoz ile ilgisi olmadığı, sadece DNA/Genetik ile ilgili olduğu inancı
	Son Test	Bireysel farklılığın mitoz bölünme sayesinde oluştuğu inancı / Mitozun kalıtsal çeşitlilik sağladığı inancı / Mitoz bölünme sonucu anneden/babadan bazı özelliklerin alındığı inancı
Deney Grubu	Ön Test	Bireysel farklılığın mitoz bölünme sayesinde oluştuğu inancı / Tıpatıp aynı olma inancı / Farklılığın mitoz/mayoz ile ilgisi olmadığı, sadece DNA/Genetik ile ilgili olduğu inancı
	Son Test	Bireysel farklılığın mitoz bölünme sayesinde oluştuğu inancı / Mitozda anneden/babadan gen gelmesiyle açıklama / Mitozda DNA'nın kendini eşlemesiyle açıklama

Ön test sonuçları, her iki grupta da "Bireysel farklılığın mitoz bölünme sayesinde oluştuğu inancının en yaygın ve baskın yanılgı olduğunu ortaya koymuştur. Kontrol grubunda bu temel yanılgının yanı sıra, farklılığın mitoz veya mayozla ilişkisi olmadığı, sadece DNA ve 99enetic ile ilgili olduğu inancı da tespit edilmiştir. Bu, öğrencilerin mitozun 99enetic çeşitliliğe katkısı olmadığını kısmen sezdiği, ancak farklılığın oluşum mekanizmasını tamamen bölünme süreçlerinin dışında konumlandırdığı anlamına gelmektedir. Deney grubunda ise ön testte "Tıpatıp aynı olma inancı" gibi, mitozun 99enetic özdeşliğini doğruya yakın bir şekilde ifade

eden, ancak farklılığın nedenini bölünme süreçlerinin dışında arayan yaklaşımlar da gözlemlenmiştir.

Son test bulguları hem deney hem de 100enetic gruplarında en temel yanılgının kalıcılığını koruduğunu göstermektedir. Mevcut öğretim programıyla öğretimin uygulandığı 100enetic grubunda, son testte hâlâ "Bireysel farklılığın mitoz bölünme sayesinde oluştuğu inancı" ve "Mitozun kalıtsal çeşitlilik sağladığı inancı" yanılgıları baskındır. Ek olarak, "Mitoz bölünme sonucu anneden/babadan bazı özelliklerin alındığı inancının ortaya çıkması, öğrencilerin mitozu üreme süreciyle karıştırma eğiliminin mevcut öğretim programına uygun yaklaşımıyla giderilemediğini göstermektedir.

Web destekli öğretim materyalleri ile öğretim gören deney grubunda da ne yazık ki en temel yanılgı olan "Bireysel farklılığın mitoz bölünme sayesinde oluştuğu inancı" devam etmiştir. Ancak, ortaya çıkan diğer yanılgılar, sürecin daha mekanik yönlerine odaklanmıştır. Örneğin, "Mitozda anneden/babadan gen gelmesiyle açıklama" ve "Mitozda DNA'nın kendini eşlemesiyle açıklama" gibi yanılgılar, öğrencilerin mitozun 100enetic özdeşlik mekanizmasını anlamaya çalışırken, bu sürece DNA eşlenmesini veya ebeveyn 100enetic materyalini hatalı bir şekilde dahil ettiklerini göstermektedir. Bu durum, web destekli öğretim materyallerin kalıtsal farklılıkların kaynağı konusunda net bir kavramsal ayrım sağlamada, kromozom sayısı ve hücre sayısı gibi mekanik sonuçları ayrıştırmadaki başarısına kıyasla daha az etkili olduğunu düşündürmektedir. Bu yanılgı, büyük olasılıkla öğrencilerin mayoz ve mitoz kavramlarını eşzamanlı olarak karıştırmasının bir sonucu olabilir (Güneş & Şener, 2011).

Kalıtsal çeşitliliği sağlayan olayın gerçekleştiği aşamaya ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.22'de sunulmuştur.

Tablo 4.22. 5. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	**Test Durumu**	**Kavram Yanılgısı Kategorisi**

Tablo 4.22. 5. Karikatür kavram yanılgısı analizi (Devamı)

Kontrol Grubu	Ön Test	Parça değişiminin (çeşitliliğin) mitozda gerçekleştiği inancı / Parça değişiminin Mayoz II aşamasında gerçekleştiği inancı
	Son Test	Parça değişiminin Mayoz II aşamasında gerçekleştiği inancı / Parça değişiminin mitozda gerçekleştiği inancı
Deney Grubu	Ön Test	Parça değişiminin (çeşitliliğin) mitozda gerçekleştiği inancı / Parça değişiminin Mayoz II aşamasında gerçekleştiği inancı
	Son Test	Parça değişiminin (çeşitliliğin) mitozda gerçekleştiği inancı / Parça değişiminin Mayoz II aşamasında gerçekleştiği inancı / Mayoz I'de DNA eşlenirken parça değiştiği inancı

Ön test sonuçları, her iki gruptaki öğrencilerin de Krossing Over olayının yanlış bölünme türü veya yanlış aşamada gerçekleştiğine inandığını göstermektedir. Kontrol grubunda baskın yanılgılar, parça değişiminin mitozda gerçekleştiği inancı ve mayoz aşamalarının yanlış anlaşılması sonucu parça değişiminin mayoz II aşamasında gerçekleştiği inancıdır. Deney grubu öğrencileri de benzer bir tablo çizerek, mitoz ve mayoz II yanılgılarını ön testte ortak olarak sergilemiştir. Bu bulgular, öğrencilerin çalışmanın başında krossing over'ı ya yanlış bölünme türüyle eşleştirdiğini ya da mayoz içindeki doğru aşamayı tespit edemediğini göstermektedir.

Son test bulguları hem mevcut öğretim programıyla öğretimin hem de web destekli öğretim materyallerin, bu önemli ayrımı netleştirmede kısmen zorlandığını ortaya koymuştur. Mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla öğretimin uygulandığı kontrol grubunda, ön testteki yanılgılar son testte de devam etmiş; "Parça değişiminin mayoz II aşamasında gerçekleştiği inancı" ve "Parça değişiminin mitozda gerçekleştiği inancı" baskın yanılgılar olarak kalmıştır. Bu devam etme

durumu, mevcut öğretim programıyla öğretimin, krossing over'ın mayoz I'e özgü ve genetik çeşitliliğin ana kaynağı olduğu bilgisini kavramsal olarak yerleştiremediğini düşündürmektedir.

Web destekli öğretim materyalleri ile öğretim gören deney grubunda ise, son testte var olan yanılgıların sayısında bir artış gözlemlenmiştir. "Parça değişiminin mitozda gerçekleştiği inancı" ve "Parça değişiminin Mayoz II aşamasında gerçekleştiği inancı" devam ederken, bunlara ek olarak "Mayoz I'de DNA eşlenirken parça değiştiği inancı" gibi yeni ve mekanik bir yanılgı ortaya çıkmıştır. Bu yeni yanılgı, web destekli öğretim materyallerin krossing over sürecini görselleştirmesine rağmen, öğrencilerin bu olayın replikasyon sonrası gerçekleştiği zamanlamasını ve mantığını tam olarak kavramakta zorlandığını göstermektedir. Başka bir deyişle, web destekli öğretim materyalleri karmaşık süreçlere dikkat çekerken, bu süreçlerin zamanlaması konusunda yeni yanılgılar yaratma potansiyeli taşımaktadır. Yine de her iki grupta da krossing over mekanizmasının mayoz I'e özgülüğünün tam olarak oturmadığı ve öğrencilerin mitoz ile mayoz arasındaki bu temel farkı karıştırmaya devam ettiği görülmüştür.

Mayoz I sonucunda oluşan hücrelerin kromozom sayısına ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.23. 6. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi
Kontrol Grubu	Ön Test	Mayoz I'de kromozom sayısının sabit kaldığı inancı / Mayozda n kromozomdan 4 yeni n kromozomlu hücre oluştuğu inancı
	Son Test	Mayoz I'de kromozom sayısının iki katına çıktığı inancı / Mayoz I'de kromozom sayısının sabit kaldığı inancı

Tablo 4.23. 6. Karikatür kavram yanılgısı analizi (Devamı)

Deney Grubu	Ön Test	Mayoz I'de kromozom sayısının sabit kaldığı inancı / Mayoz I'de kromozom sayısının iki katına çıktığı inancı / Mayoz I'in hazırlık aşaması olduğu inancı
	Son Test	Mayoz I'de kromozom sayısının iki katına çıktığı inancı

Ön test sonuçları, öğrencilerin mayoz I'de kromozom sayısının yarıya inmesi gerçeğini anlamakta zorlandığını ve bu süreci mitoz bölünme ile karıştırdığını açıkça göstermektedir. Kontrol grubunda baskın yanılgı, mayoz I'de kromozom sayısının sabit kaldığı inancıdır. Bu, mayoz I'in mitoza benzer bir süreç olarak algılandığını düşündürmektedir. Deney grubunda da bu sabit kalma yanılgısı ile birlikte, kromozom sayısının iki katına çıktığı inancı ve mayoz I'in sadece hazırlık aşaması olduğu inancı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, çalışmanın başlangıcında öğrencilerin mayoz I'in kromozom sayısındaki değişime etkisini hatalı yorumladığını göstermektedir.

Son test bulguları, deney grubunda uygulanan web destekli öğretim materyallerin, mayoz I'de kromozom sayısındaki değişime yönelik kavram yanılgılarını gidermede kontrol grubuna göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla öğretimin uygulandığı kontrol grubunda, son testte "Mayoz I'de kromozom sayısının sabit kaldığı inancı" devam etmiş, buna ek olarak kromozom sayısının iki katına çıktığı inancı gibi yeni, ancak yine hatalı bir kategori ortaya çıkmıştır. Bu, mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla öğretimin, mayoz I'in temel özelliğini netleştirmede yetersiz kaldığını ve yanılgıların türünün değişse bile, kavramsal hatanın devam ettiğini göstermektedir.

Web destekli öğretim materyalleri ile öğretim gören deney grubunda ise, son testte üç farklı yanılgı kategorisinden sadece tek bir baskın kategoriye düşüş yaşanmıştır: "Mayoz I'de kromozom sayısının iki katına çıktığı inancı". Bu bulgu, web destekli öğretim materyallerin, sabit kalma yanılgısını ve hazırlık aşaması yanılgısını başarılı bir şekilde dönüştürdüğünü, ancak kromozom sayısının yarıya inmesi yerine iki katına çıkması yönündeki yanılgıyı tamamen ortadan kaldıramadığını

göstermektedir. Bu kalan yanılgı, öğrencilerin DNA replikasyonu ile kromozom sayısının artışını karıştırması veya mayoz I'in homolog kromozom ayrılması yerine, kromatit ayrılması ile benzer bir mantıkta yorumlanmasından kaynaklanabilir. Deney grubundaki bu net azalma, web destekli öğretimin kavram yanılgılarını azaltma potansiyelini desteklemekle birlikte, mayoz gibi karmaşık konularda kavramsal değişimin zorluğunu da ortaya koymaktadır.

Mayoz bölünme sonucu oluşan yeni hücre sayısına ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.24'te sunulmuştur.

Tablo 4.24. 7. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi
Kontrol Grubu	Ön Test	Mayozun tek aşamada n kromozomdan 4 hücre oluşturduğu inancı / Mayozda kromozom sayısının değişmezliği ile hücre sayısını açıklama / Mayozun 2 yeni hücre oluşturduğu inancı
	Son Test	Mayozun sadece sperm ve yumurta hücresi olduğu inancı / Mayozda 8 yeni hücre oluştuğu inancı / Mayozun 2, mitozun 4 yeni hücre oluşturduğu inancı
Deney Grubu	Ön Test	Mayozda 8 yeni hücre oluştuğu inancı / Mayozun ilk 2 hücre oluşturduğu inancı
	Son Test	Mayozun 2 yeni hücre oluşturduğu inancı

Ön test sonuçları, her iki gruptaki öğrencilerin de mayoz bölünmenin sonunda oluşan hücre sayısını hatalı bir şekilde yorumladığını ortaya koymuştur. Kontrol grubunda baskın yanılgılar, mayozun tek aşamada dört hücre oluşturduğu inancı ve mitoz ile karışıklık sonucu mayozun 2 yeni hücre oluşturduğu inancıdır. Deney grubunda ise sekiz yeni hücre oluşumu inancı ve sürecin mayoz I'de sonlandığı

varsayımıyla "Mayozun ilk 2 hücre oluşturduğu inancı" öne çıkmıştır. Bu bulgular, öğrencilerin mayozun iki aşamalı yapısını ve nihai sonucunu net bir şekilde algılayamadığını göstermektedir.

Son test bulguları, deney grubunda uygulanan web destekli öğretim materyallerin, hücre sayısı yanılgısını gidermede kontrol grubuna göre daha başarılı olduğunu düşündürmektedir.

Mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla öğretimin uygulandığı kontrol grubunda, son testte "Mayozun 8 yeni hücre oluşturduğu inancı" gibi daha büyük sayısal yanılgılar ile "Mayozun 2, mitozun 4 yeni hücre oluşturduğu inancı" gibi bölünme türlerinin sonuçlarının tamamen ters yüz edildiği karmaşık yanılgılar ortaya çıkmıştır. Ayrıca, mayozun işleviyle ilgili "Mayozun sadece sperm ve yumurta hücresi olduğu inancı" gibi ek işlevsel yanılgılar da tespit edilmiştir. Mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla öğretim, öğrencilerin kavramsal şemasını düzeltmek yerine, yeni ve karmaşık hatalara yol açmıştır.

Buna karşılık, Web destekli materyaller ile öğretim gören deney grubunda, ön testteki iki yanılgı kategorisinden sadece tek bir baskın kategoriye düşüş yaşanmıştır: "Mayozun 2 yeni hücre oluşturduğu inancı". Bu bulgu, web destekli materyallerin, mayoz I'den sonra sürecin devam ettiğini ve 8 hücre gibi büyük sayısal hataları başarılı bir şekilde düzelttiğini göstermektedir. Ancak, kalan "Mayozun 2 yeni hücre oluşturduğu inancı" yanılgısı, öğrencilerin süreci mayoz I'de sonlandırdığını veya mayoz II'yi göz ardı ettiğini düşündürmektedir. Deney grubundaki bu net azalma ve hata kategorisinin sadeleşmesi, web destekli öğretimin, mayoz bölünme sayısının belirlenmesi gibi sonuçların öğrenilmesinde mevcut öğretim programına uygun yaklaşıma kıyasla daha etkili olduğunu desteklemektedir.

Mitoz ve mayoz bölünmenin görevlerine ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.25'te sunulmuştur.

Tablo 4.25. 8. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi

Tablo 4.25. 8. Karikatür kavram yanılgısı analizi (Devamı)

Kontrol Grubu	Ön Test	Görevlerin Ters Bilinmesi (Mayoz onarım/büyüme, Mitoz üreme) / Mitoz ve Mayozun görevlerinin benzer olduğu inancı / Mitozun sadece yaraları onardığı inancı
	Son Test	Görevlerin Ters Bilinmesi (Mayoz onarım/büyüme, Mitoz üreme) / Mitoz bölünmede çok hücrelilerde üreme yapıldığı inancı / Mitoz ve Mayozun görevlerinin benzer olduğu inancı / Mitozun sadece yaraları onardığı inancı
Deney Grubu	Ön Test	Görevlerin Ters Bilinmesi (Mayoz onarım, Mitoz üreme) / Mitozun eşey hücrelerinde üremeyi sağladığı inancı / Görevlerin Ters Bilinmesi (Mayoz onarım, Mitoz üreme) / Eşey hücrelerinde DNA'nın kendini eşlemesiyle açıklama / Mitozun hem üreme hem yara iyileştirmesi, Mayozun da yara iyileştirmesi gerektiği inancı
	Son Test	Görevlerin Ters Bilinmesi (Mayoz onarım, Mitoz üreme) / Görevlerin Ters Bilinmesi (Mayoz onarım, Mitoz üreme) / Eşey hücrelerinde DNA'nın kendini eşlemesiyle açıklama / Mitozun hem üreme hem yara iyileştirmesi, Mayozun da yara iyileştirmesi gerektiği inancı

Ön test sonuçları, her iki gruptaki öğrencilerin de bölünmelerin görevlerini büyük ölçüde birbirine karıştırdığını göstermektedir. En yaygın ve baskın yanılgı, "Görevlerin Ters Bilinmesi" olarak kategorize edilmiştir. Bu durum, öğrencilerin mitoz ve mayozun hücrelerdeki rolünü ayırt edemediğini göstermektedir. Kontrol

grubunda ek olarak "Mitoz ve Mayozun görevlerinin benzer olduğu inancı" ve mitozun işlevini daraltarak "Mitozun sadece yaraları onardığı inancı" tespit edilmiştir. Deney grubunda ise bu temel ters bilme yanılgısına ek olarak, mitozun eşey hücrelerinde üremeyi sağladığına dair hatalı bir inanç gözlemlenmiştir.

Son test bulguları, uygulanan deneysel sürecin bu temel işlevsel karışıklığı gidermede beklenenin altında kaldığını ortaya koymuştur. Mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla öğretimin uygulandığı kontrol grubunda, son testte de en temel yanılgı olan "Görevlerin Ters Bilinmesi" devam etmiş ve buna ek olarak "Mitoz bölünmede çok hücrelilerde üreme yapıldığı inancı" ve "Mitozun sadece yaraları onardığı inancı" gibi, mitozun işlevini hatalı yorumlayan kategoriler devam etmiştir.

Web destekli öğretim materyalleri ile öğretim gören deney grubunda da ne yazık ki en temel yanılgı kategorisi olan "Görevlerin Ters Bilinmesi" devam etmiştir. Bu devam etme durumu, bölünmelerin amaçlarının karıştırılmasının, öğrencilerde en köklü kavram yanılgısı olduğunu ve sadece materyal türü değişikliği ile kolayca giderilemediğini göstermektedir. Ayrıca, "Eşey hücrelerinde DNA'nın kendini eşlemesiyle açıklama" gibi yanılgılar, öğrencilerin görevleri ilişkilendirirken süreçlere hatalı atıflar yapmaya devam ettiğini düşündürmektedir.

Tablodan elde edilen bulgular, çalışmanın kapsadığı tüm kavram yanılgısı kategorileri arasında, bölünmelerin görevlerinin ters bilinmesi yanılgısının her iki grupta da ön testten son teste en dirençli ve en köklü yanılgı olduğunu ortaya koymuştur. Web destekli materyaller, önceki tablolarda görüldüğü gibi kavram yanılgılarını azaltmada görece başarılı olurken, bölünmelerin biyolojik amacı ve işlevi gibi daha soyut kavramsal ayrımları öğretmede mevcut öğretim programına uygun yaklaşıma karşı önemli bir üstünlük sağlayamamıştır.

Mitoz ve mayoz bölünmenin görüldüğü yerlere ilişkin kavram karikatürü kapsamında, öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.26'da sunulmuştur.

Tablo 4.26. 9. Karikatür kavram yanılgısı analizi

Grup	Test Durumu	Kavram Yanılgısı Kategorisi

Tablo 4.26. 9. Karikatür kavram yanılgısı analizi (Devamı)

Kontrol Grubu	Ön Test	Mitozun eşey ana hücrelerinde, Mayozun vücut hücrelerinde görüldüğü / Mitozun üreme/iyileştirme olduğu, ikisinin farklı hücrelerde görüldüğü inancı
	Son Test	Görüldüğü Yerlerin Ters Bilinmesi (Mitoz eşey, Mayoz vücut) / Her iki bölünmede de üreme yapıldığı inancı / Mayozun vücut hücrelerinde görüldüğü inancı
Deney Grubu	Ön Test	Görüldüğü Yerlerin Ters Bilinmesi (Mayoz vücut, Mitoz eşey) / Her aşamada hem mitoz hem mayoz görüldüğü inancı / Mitozun kalıtsal özellikleri taşıdığı inancı
	Son Test	Görüldüğü Yerlerin Ters Bilinmesi (Mayoz vücut, Mitoz eşey) / Mitoz bölünmenin görevinin eşey hücreleri oluşturmak olduğu inancı

Ön test sonuçları, öğrencilerin bölünmelerin görüldüğü yerleri de karıştırdığını ortaya koymaktadır. Her iki grupta da baskın yanılgı, "Görüldüğü Yerlerin Ters Bilinmesi" olarak kategorize edilmiştir. Bu, öğrencilerin bölünmelerin amaç ve mekanizmalarını doğru hücre tipleriyle ilişkilendiremediğini ve mayozun ve mitozun temel yerleşim yerlerini karıştığını göstermektedir. Deney grubunda ek olarak "Her aşamada hem mitoz hem mayoz görüldüğü inancı" gibi, süreçlerin karmaşık ve iç içe olduğu yönünde hatalı bir algı da gözlemlenmiştir.

Son test bulguları, tıpkı görevlerin ters bilinmesi gibi, bu yerleşim karışıklığının da en dirençli yanılgılardan biri olduğunu göstermektedir. Hem kontrol grubu hem de deney grubunda, son testte de en baskın yanılgı kategorisi "Görüldüğü Yerlerin Ters Bilinmesi" olarak devam etmiştir.

Kontrol grubunda ek olarak “Her iki bölünmede de üreme yapıldığı inancı” ve “Mayozun vücut hücrelerinde görüldüğü inancı” gibi, mitozun ve mayozun görev karışıklığını pekiştiren yanılgılar devam etmiştir. Deney grubunda ise devam eden yanılgıya ek olarak “Mitoz bölünmenin görevinin eşey hücreleri oluşturmak olduğu inancı” gibi, bölünmenin yerini göreviyle bütünleştiren hatalı çıkarımlar gözlemlenmiştir.

Bu bulgular, web destekli öğretim materyallerin, mitoz ve mayozun hangi hücrelerde gerçekleştiği gibi temel, sınıflandırıcı ve işlevsel ayrımı sağlamada, mevcut öğretim programına uygun yaklaşımla öğretim yöntemine göre anlamlı bir üstünlük sergileyemediğini göstermektedir. Bu tür köklü kavramsal ayrımlar, web destekli materyallerin etkileşimli yapısına rağmen, öğrencilerin zihninde kolayca yerleşmemiştir.

Elde edilen bulgular, kontrol ve deney gruplarının çalışmanın başlangıcında Hücre ve Bölünmeler ünitesine ait geniş ve çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, ön testten son teste geçişte gözlemlenen değişimler, web destekli materyaller ile desteklenen öğrenme ortamının, kavramsal değişim sürecinde mevcut öğretim programına uygun yaklaşıma kıyasla önemli avantajlar sağladığını göstermektedir.

Deney grubu bulgularının analizi, web destekli öğretim materyallerin, öğrencilerin nicel ve mekanik süreçlere dair yanılgılarını gidermede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, mitozda oluşan hücre sayısı, mayoz I’deki kromozom sayısı değişimi ve mayozun sonundaki hücre sayısı gibi yanılgı kategorileri, deney grubunda belirgin bir şekilde azalma göstermiştir. Bu azalma, deney grubunda yanılgı kategorisi sayısının azalması ve hatalı açıklamaların daha odaklanmış bir forma dönüşmesiyle gözlemlenmiştir. Bu durum, web destekli öğretim materyallerin, kavram karikatürlerinin sunduğu görselleştirme ve karşılaştırma imkânları sayesinde, öğrencilerin bölünmelerin sonuçlarına dair bilimsel gerçekliği daha doğru bir şekilde inşa etmelerine yardımcı olduğunu düşündürmektedir.

Bununla birlikte, mitoz ve mayozun temel işlevsel ayrımına yönelik kavram yanılgıları, her iki grupta da en dirençli kategoriler olarak saptanmıştır. Bu bulgu, web destekli materyallerin bile, öğrencilerin zihnindeki karmaşık ve köklü kavramsal yapıları değiştirmede zorlandığını düşündürmektedir. Genel olarak,

Deney grubunda uygulanan yöntem, öğrencileri yüzeysel ve çok kategorili yanılgılardan uzaklaştırarak, kavramsal yapıda bir sadeleşme sağlamış, ancak en derin ve işlevsel yanılgıları ortadan kaldırmada mevcut öğretim programına uygun yaklaşıma göre mutlak bir üstünlük kuramamıştır.

4.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmelere Ait Bulgular

Bu bölümde, araştırmanın nitel verilerini oluşturan deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanan ifadelerin içerik analizi sonuçları sunulmuştur. İçerik analizi, öğrencilerin "Hücre ve Bölünmeler" konusundaki bilişsel bilgilerini ve web destekli materyal kullanımına yönelik deneyimlerini derinlemesine incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Analiz sürecinde, öğrencilerin ifadeleri kodlanmış, bu kodlar alt temalar ve ana temalar altında gruplandırılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Nitel verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, kodlamalar iki araştırmacı tarafından yapılmış ve Miles ve Huberman (1994) formülüne göre belirlenen uyum yüzdesi %87 çıkmıştır. Nitel veri analizi sürecinde, her iki grubun öğrenci ifadeleri ilgili temalar ve kodlar altında gruplandırılmış ve öğrencilerin cevapları, kavramsal anlamadaki yeterlilik ve yanılgı tespiti açısından karşılaştırılmıştır.

4.3.1. Öğrencilerin Bilişsel Bilgiye İlişkin Bulguları ve Kavram Yanılgıları

Tüm öğrencilere yöneltilen altı temel soruya (a-f) verilen yanıtlar, öğrenme çıktıları ve potansiyel kavram yanılgıları açısından analiz edilmiştir. Analiz sonucunda üç ana tema belirlenmiştir: Hücrenin Temel Yapı ve Görevleri, Organizasyon Basamakları Arasındaki İlişki ve Hücre Bölünmelerinin Önemi ve Farkları.

Tema 1: Hücrenin Temel Yapı ve Görevlerine İlişkin Anlama (Soru a)

Bu tema, öğrencilerin bitki ve hayvan hücrelerinin temel kısımlarını (zar, sitoplazma, çekirdek) ve sadece bir türe özgü yapıları (hücre duvarı, kloroplast) ne ölçüde kavradığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.27. Öğrencilerin hücre kısımları ve görevlerine ilişkin cevapları

Öğrenci Grubu	Kod (Cevap Özeti)	Anlama Düzeyi	Kavram Yanılgıları

Tablo 4.27. Öğrencilerin hücre kısımları ve görevlerine ilişkin cevapları (Devamı)

Deney Grubu (D1-D7)	Bitki hücresinde hücre duvarı (şekil/sağlamlık) ve kloroplast (fotosentez) olduğu, hayvan hücresinde olmadığı doğru biliniyor. Hücre zarı ve çekirdek ortak görevler açısından doğru açıklanıyor.	Yüksek Anlama. Temel farklar ve görevler doğru ve detaylı aktarılmıştır.	Kavram yanılgısı tespit edilmemiştir.
Kontrol Grubu (K1-K7)	Bitki hücresinde hücre duvarı ve kloroplast olduğu genellikle doğru ifade edilmiş. Sitoplazma ve çekirdek ortak görevler açısından doğru bilinmektedir.	Orta-Yüksek Anlama. Temel farklar biliniyor ancak bazı yanılgılar mevcuttur.	Hayvan hücresinde hücre zarının olmadığı yanılgısı ve kloroplast/fotosentez açıklamalarında eksik genelleme ("hayvan hücresinde fotosentez yapılmaz" yerine "bitkilerde yapabiliyoruz") görülmüştür.

Kontrol Grubu öğrencilerinden bazılarının, hayvan hücresinde hücre zarı olduğu bilgisini netleştirmede zorlandığı görülmüştür. Deney Grubu'nda ise bu kavramsal farklılıkların net bir şekilde ayırt edildiği tespit edilmiştir. Örneğin, bir öğrenci hayvan hücresinde yalnızca hücre zarı bulunduğunu ve bitki hücresinde ek olarak hücre duvarı olduğunu doğru belirtmiştir. Bu bulgular, deney grubundaki öğrencilerin hücrenin temel yapılarını ve görevlerini kontrol grubuna kıyasla daha bütüncül ve doğru şekilde kavradıklarını göstermektedir. Görsel destekli öğretim,

hücre yapılarına ilişkin kavramsal farkındalığı artırmıştır (Karapınar, 2005; Atasoy, 2008)

Tema 2: Organizasyon Basamakları Arasındaki İlişki (Soru b)

Bu tema, öğrencilerin hücreden organizmaya uzanan hiyerarşik yapıyı ve bu basamakların birbirleriyle olan ilişkilerini ne kadar iyi kavradığını göstermektedir.

Tablo 4.28. Öğrencilerin organizasyon basamaklarına ilişkin cevapları

Öğrenci Grubu	Kod (Cevap Özeti)	Anlama Düzeyi	Kavram Yanılgıları
Deney Grubu (D1-D7)	Hücre-Doku-Organ-Sistem-Organizma sıralaması doğru verilmiş. Kas dokusu-kalp organı-dolaşım sistemi gibi somut örneklerle desteklenmiştir	Yüksek Anlama. İlişki zinciri ve örneklemeler tutarlı ve doğru verilmiştir.	Kavram yanılgısı tespit edilmemiştir.
Kontrol Grubu (K1-K7)	Hiyerarşik sıralama doğru yapılmıştır.	Orta Anlama. Temel sıralama doğru ancak genellemeler ve eksiklikler mevcuttur.	Öğrencinin "Organizmalar bazen tek hücreli olabilir" şeklinde konu dışı bir genelleme yapması ve bu hiyerarşinin istisnası olan tek hücreli canlıları göz ardı etmesi.

Her iki gruptaki öğrenciler de bu hiyerarşinin temel adımlarını ve örneklerini başarıyla aktarmışlardır. Ancak Kontrol Grubu'nda, Organizma tanımının sadece

çok hücreli canlılarla sınırlı kalmasına yol açacak yüzeysel tanımlamalar mevcuttur. Sonuç olarak, her iki grup da organizasyon basamaklarını genel hatlarıyla doğru sıralayabilmiş olsa da deney grubundaki öğrencilerin kavramsal ilişkilendirmeleri daha doğru ve ayrıntılıdır. Bu durum, etkileşimli materyal kullanımının kavramsal bütünlüğü güçlendirdiğini göstermektedir (Atasoy, 2008).

Tema 3: Hücre Bölünmelerinin Önemi ve Farkları (Sorular c, d, e, f)

Bu tema, öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmelerinin canlılar için önemini, üreme hücrelerinin oluşumunu ve iki bölünme arasındaki temel farkları ne kadar kavradığını belirlemeyi amaçlamıştır.

Tablo 4.29. Öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmelerine ilişkin cevapları

Kod	Deney Grubu Öğrenci Cevap Özeti	Kontrol Grubu Öğrenci Cevap Özeti	Kavram Yanılgısı
Mitoz Önemi (c)	Büyüme, gelişme ve yaralanmaların onarılması/yenilenmesi doğru olarak belirtilmiştir	Büyüme, gelişme ve onarım işlevleri doğru biliniyor.	Mitozun "vücudu genç ve dinç tutma" veya "yenilik sağlama" gibi abartılı veya yanlış işlevleri atfetme. Mitozun "eski hücreleri yenileme" işlevi doğru ifade edilmemiştir.
Mayoz Önemi (d)	Üreme hücresi oluşturma gibi bütün sorular doğru olarak belirtilmiştir	Üreme hücresi oluşturma ve genetik çeşitlilik sağlama doğru biliniyor.	Mayozun “çok nadir görüldüğü” yanılgısı. Kromozom sayısının yarıya inmesi bilgisini eksik verme

Tablo 4.29. Öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmelerine ilişkin cevapları (Devamı)

Gamet Oluşumu (e)	Sperm (testis) ve yumurtanın (yumurtalık) mayozla oluştuğu ve kromozom sayısının yarıya indiği doğru biliniyor	Üreme hücrelerinin mayozla oluştuğu ve yerleri doğru biliniyor	Sperm ve yumurtanın eşit büyüklükte olduğu yönündeki yaygın yanılgı.
Bölünme Farkları (f)	Mitozun (vücut, 2 özdeş hücre), mayozun (üreme, 4 farklı hücre, kromozom yarıya iner) farkları doğru özetlenmiştir.	Mitozun 2, mayozun 4 hücre oluşturduğu doğru biliniyor.	Mayozda oluşan 4 hücrenin eşit olduğu yanılgısı. Mitozun sadece büyüme, mayozun ise sadece üreme için gerekli olduğu sınırlaması.

Genel olarak, her iki gruptaki öğrencilerin de Mitoz ve Mayozun temel amaçlarını (büyüme/onarım ve üreme/çeşitlilik) doğru olarak kavradığı görülmüştür. Ancak, Kontrol Grubu'nda "Sperm ve yumurta hücrelerinin eşit büyüklükte olması" ve "Mayozda oluşan dört hücrenin de eşit olması" gibi önemli ve sık tekrar eden yanılgılar tespit edilmiştir. Deney Grubu öğrencilerinde ise bu yanılgıların hiçbiri görülmemiştir, bu durum web destekli materyallerin görselleştirme yoluyla kavramsal netliği artırdığına işaret edebilir. Bulgular, deney grubundaki öğrencilerin mitoz ve mayoz arasındaki farkları açık biçimde tanımlayabildiğini; kontrol grubunda ise bazı yaygın kavram yanılgılarının sürdüğünü göstermektedir. Web destekli materyallerin soyut biyolojik süreçleri görselleştirerek kavramsal netliği artırdığı söylenebilir (Keogh & Naylor, 1999; Kabapınar, 2005; Atasoy, 2008).

4.3.2. Deney Grubu Öğrencilerinin Web Destekli Materyal Kullanımına İlişkin Bulguları

Deney grubunda yer alan öğrencilere, ders materyali olarak kullanılan web destekli içeriğin öğrenme süreçlerine olan etkilerini belirlemek amacıyla dört farklı alt başlıkta ek sorular yöneltilmiştir. Analiz sonucunda, öğrencilerin deneyimlerini kapsayan üç ana tema belirlenmiştir: Teknoloji Yeterliliği ve Kullanım Rahatlığı, Öğrenme Etkisi ve Anlaşılırlık ve Motivasyon ve Güçlükler.

Tema 1: Teknoloji Yeterliliği ve Kullanım Rahatlığı

Bu tema altında öğrenciler, web destekli materyallerin sunulduğu akıllı tahtayı kullanma becerilerini ve bu süreçte hissettikleri rahatlık düzeylerini değerlendirmişlerdir (Soru a). Öğrencilerin büyük çoğunluğunun, materyallerin öğretmen kontrolünde sunulmasından dolayı kendilerini rahat hissettiklerini belirtmiştir.

Tablo 4.30. Deney grubu öğrencilerinin teknoloji kullanım yeterlilikleri ve rahatlık düzeyi

Kategori	Kod	Öğrenci Örneği
Yüksek Rahatlık ve İlgi	Teknolojiyi kullanmayı kolay bulma, ilgisinin çekilmesi ve süreçten keyif alma.	D3: "Tahta üzerinden ders işlemek ilgimi çekti, görseller netti." D7: "Tahtada yapılan uygulamaları izlemek keyifliydi, zorlanmadım."
Öğretmen Kontrolüyle Rahatlama	Kendi teknoloji becerisi düşük olsa bile, öğretmenin yönlendirmesiyle rahat etme.	D5: "Teknolojiye çok hâkim değilim ama öğretmen kontrol ettiği için rahat ettim." D1: "Akıllı tahtayı kullanmak kolaydı, öğretmen yönlendirdiği için zorlanmadım."

Tablo 4.30. Deney grubu öğrencilerinin teknoloji kullanım yeterlilikleri ve rahatlık düzeyi (Devamı)

Hızlı Adaptasyon	Başlangıçta alışık olmama durumuna rağmen kısa sürede adapte olma.	D2: "Başta tahtanın kullanımına alışık değildim ama kısa sürede adapte oldum."
Algılanan Fayda ve Güçlük	Materyallerin öğrenmeye yardımcı olduğunu düşünme ancak teknik aksaklık yaşama.	D6: "Tahta üzerinden yapılan etkinlikler öğrenmeyi kolaylaştırdı." D4: "Akıllı tahta bazen dondu, ders akışı aksadı."

Öğrenci ifadeleri incelendiğinde, teknoloji kullanım becerilerinin değişkenlik gösterdiği ancak akıllı tahta kullanımının genel olarak bir zorluk yaratmadığı anlaşılmıştır. Özellikle D5 kodlu öğrencinin, teknolojiye hâkim olmamasına rağmen öğretmenin yönlendirmesi sayesinde rahat ettiği ifadesi, pedagojik rehberliğin bu tür derslerdeki önemini vurgulamaktadır. D2 kodlu öğrenci ise başlangıçtaki yabancılığa rağmen kısa sürede adapte olduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, öğrencilerin teknoloji kullanımı konusunda genel olarak olumlu bir tutuma sahip olduklarını ve öğretmen rehberliğinin süreci kolaylaştırdığını göstermektedir (Akpınar, 2013).

Tema 2: Öğrenme Etkisi ve Anlaşılırlık

Bu temada, web destekli materyallerin "Hücre ve Bölünmeler" konusunun öğrenilmesi üzerindeki etkisi ve dersin anlaşılmasını nasıl kolaylaştırdığı ele alınmıştır (Soru b). Öğrencilerin ortak görüşü, görsel materyallerin konuları somutlaştırdığı ve kalıcı öğrenmeye destek olduğudur.

Tablo 4.31. Web destekli materyallerin öğrenme sürecine etkisi

Kategori	**Kod**	**Öğrenci Örneği**

Tablo 4.31. Web destekli materyallerin öğrenme sürecine etkisi (Devamı)

Görselleştirme ve Somutlaştırma	Animasyon, görsel ve hareketli görsellerin konuyu somutlaştırması ve anlaşılmasını kolaylaştırması.	D6: "Kitaba göre daha anlaşılırdı çünkü hareketli görseller vardı." D7: "Görsel destek konuyu somutlaştırdı, daha kalıcı oldu."
Kavramsal Netlik	Mitoz ve mayoz gibi karmaşık aşamaların karıştırılmasının önlenmesi.	D2: "Görsel anlatımlar sayesinde mitoz ve mayozun aşamalarını karıştırmadım." D1: "Hücre ve bölünme konusundaki animasyonlar konuyu anlamamı kolaylaştırdı.
Aktif Katılım ve Dikkat	Materyallerin dersi daha canlı hale getirmesi ve dikkati artırması.	D5: "Dersi daha canlı hale getirdi, dikkatimi topladı."
Karşılaşılan Eksiklik	Görsel geçiş hızının öğrenmeyi olumsuz etkilemesi.	D4: "Görseller yararlıydı ama bazen hızlı geçildi, tam anlamadım."

Öğrenci D7'nin "Görsel destek konuyu somutlaştırdı, daha kalıcı oldu" ifadesi, web destekli materyallerin yalnızca anlık anlamayı değil, aynı zamanda bilgilerin zihinde kalıcılığını da artırdığına dair güçlü bir bulgudur. Özellikle D2 ve D1 kodlu öğrencilerin ifadeleri, hareketli görsellerin soyut olan mitoz ve mayoz bölünme aşamalarının ayrımını kolaylaştırdığını göstermektedir (Yıldırım & Şimşek, 2021). Bulgular, web destekli materyallerin öğrenmeyi somutlaştırdığını, dikkat ve kalıcılığı artırdığını ortaya koymaktadır. Görselleştirme sayesinde öğrencilerin kavramsal hataları azalmış ve konunun daha iyi anlaşıldığı belirlenmiştir (Çepni & Şahin, 2012; Akpınar, 2013).

Tema 3: Motivasyon ve Güçlükler

Bu tema, öğrencilerin web destekli içeriklerle ders işlerken motivasyon düzeylerini (Soru c) ve karşılaştıkları teknik veya bilişsel güçlükleri ve bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiklerini (Soru d) kapsamaktadır. Genel olarak motivasyon yüksek iken, güçlükler daha çok teknik aksaklıklar ve görsel sunum hızı ile ilgilidir.

Tablo 4.32. Motivasyon düzeyi, güçlükler ve çözüm yolları

Kategori	Kod	Öğrenci Örneği
Yüksek Motivasyon ve İlgi	Dersin eğlenceli ve zevkli bulunması, katılım ve ilginin artması.	D5: "Web destekli içerikler sayesinde dersi daha çok sevdim." D2: "Görseller ve animasyonlar dersi eğlenceli hale getirdi." D7: "Normal derse göre daha motive oldum, katılımım arttı."
Aktiflik ve Odaklanma	Dikkat dağınıklığının azalması ve daha aktif hissetme.	D3: "Dikkatimi toplamak kolaylaştı, daha aktif hissettim."
Teknik Güçlükler	Akıllı tahtanın yavaşlaması/donması veya internet bağlantısının kesilmesi.	D4: "Teknik aksaklıklar olunca biraz sıkıldım." D1: "Tahta bazen yavaşladı, öğretmen tekrar başlattı."
Bilişsel/Görsel Güçlükler	Görsel hızının yüksek olması, yazıların küçük olması veya göz yorgunluğu.	D2: "Görseller hızlı geçtiğinde anlamakta zorlandım, not aldım." D7: "Uzun süre tahtaya bakmak göz yordu, ara verince geçti."
Çözüm Yolları (Öğretmen Destekli)	Güçlüklerin aşılmasında öğretmen inisiyatifinin belirleyici olması.	D5: "Yazılar küçük olduğunda öğretmen büyüttü, o şekilde takip ettim." D6: "Bazı kavramları karıştırdım, öğretmen açıklayınca anladım."

Motivasyon temasına ilişkin bulgular, web destekli öğretim materyallerin dersi "eğlenceli hale getirdiği" ve öğrencilerin derse olan "ilgilerinin arttığı" yönündedir.

Karşılaşılan güçlükler incelendiğinde, teknik aksaklıkların (tahtanın donması veya yavaşlaması) öğrencilerin sıkılmasına neden olduğu (D4) görülmüştür. Ancak bu tür sorunların genellikle öğretmen tarafından çözüldüğü ve dersin akışının sürdürüldüğü belirtilmiştir ("Öğretmen tekrar başlattı"- D1). Bilişsel güçlükler arasında ise görsellerin hızlı geçmesi (D2) ve kavram karışıklığı (D6) yer almaktadır. Bu tür bilişsel güçlükler de not alma, öğretmen açıklaması ve kısa aralar verme gibi yöntemlerle öğrencinin kendisi veya öğretmenin müdahalesiyle aşılmıştır (Demir & Başol, 2014). Genel olarak öğrenciler, web destekli içeriklerin öğrenmeyi eğlenceli hale getirdiğini, motivasyonlarını yükselttiğini ve dikkatlerini topladığını belirtmiştir. Karşılaşılan teknik güçlüklerin çoğu öğretmen müdahalesiyle çözülmüş, bilişsel zorluklar ise görsellerin hızı ve yoğunluğu ile ilişkilendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular, web destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını, motivasyonlarını ve derse katılım düzeylerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Deney grubundaki öğrenciler, özellikle soyut biyolojik kavramlarda daha az yanılgı göstermiş ve bilgilerini daha doğru yapılandırmıştır. Bu sonuçlar, nitel verilerin nicel bulguları desteklediğini ve web destekli öğretim uygulamalarının bilişsel öğrenme sürecine anlamlı katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır (Atasoy, 2008; Akpınar, 2013; Yıldırım & Şimşek, 2021).

5
SONUÇ

Bu bölümde, "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde 7. sınıf öğrencilerine uygulanan web destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamaları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmadan elde edilen bulgular, alt problemler doğrultusunda detaylı olarak sunulmuş ve mevcut alanyazın ile karşılaştırılarak tartışılmıştır. Çalışmanın temel amacı, web destekli öğretim materyallerin öğrencilerin akademik başarısını ve kavram yanılgılarını gidermedeki rolünü ortaya koymaktı. Elde edilen bulgular, bu materyallerin hem nicel hem de nitel açılardan anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

5.1 Sonuç ve Tartışma

5.1.1 Hücre ve Bölünmeler Başarı Testine Ait Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamında öncelikle, deneysel uygulamaya başlanmadan önce 7. sınıf düzeyinde yürütülen "Hücre ve Bölünmeler" ünitesine ilişkin başarı testinin nicel bulguları analiz edilmiştir. Elde edilen ilk bulgular, web destekli öğretimin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretim programla öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir (p=.09). Deney grubunun ön test puan ortalamasının 7.52, kontrol grubunun ise 6.16 olarak hesaplanması, deneysel uygulama öncesinde her iki grubun da ön bilgi ve akademik başarı düzeylerinin birbirine denk olduğunu, dolayısıyla başlangıçta eşit koşullarda olduğunu teyit etmektedir (Karasar, 2016). Bu denklik, son testte gözlemlenecek herhangi bir farkın doğrudan uygulanan öğretim yönteminden kaynaklandığını iddia etmek için güçlü bir zemin hazırlamaktadır. Bununla birlikte, ön test ortalamalarının düşüklüğü dikkate alındığında, 7. sınıf öğrencilerinin bu üniteye dair hazır bulunuşluk düzeylerinin genel olarak yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Uygulama sonrasında yapılan başarı testi karşılaştırmasında ise, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p=.018) ve bu fark deney grubu lehinedir. Deney grubunun son test puan ortalaması 17.26 iken, kontrol grubunun ortalaması 14.10 olarak bulunmuştur. Bu veri, web destekli öğretim materyalleriyle yapılan öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını mevcut öğretim programla

yapılan öğretime kıyasla anlamlı biçimde artırdığını ($p < .05$) net bir şekilde ortaya koymuştur. Her ne kadar kontrol grubunda da başarı düzeyinde bir artış gözlenmiş olsa da bu artış deney grubundaki kadar belirgin olmamıştır; bu durum, mevcut öğretim programı ile öğretimin temel kavramsal bilgi kazandırmada etkili olsa da derin öğrenme ve kalıcılık sağlama konusunda sınırlı kaldığını düşündürmektedir (Demir ve Şahin, 2021).

Deney grubunda gözlenen anlamlı başarı artışının temel nedenlerinden biri, web destekli materyallerin içeriği daha çekici hale getirmesi ve görsel, işitsel öğrenme ortamları sunması (Dewi vd, 2021) yoluyla öğrencilerin aktif katılımını ve etkileşimini artırmasıdır. Çalışmada kullanılan Fen Aktivite, Sketchfab, Eduhol, Quiver, LearningApp ve Wordwall gibi dijital platformlar, özellikle fen bilimleri alanında soyut olan "Hücre ve Bölünmeler" gibi biyoloji kavramlarının somut örnekler üzerinden görselleştirilerek (Smith & Krajcik, 2005) öğrenilmesine olanak tanımış ve kavramsal hataları azaltmıştır (Çalık ve Şimşek, 2022). Bu bulgu, Aydın ve Kaya (2021) ile Aydın ve Yılmaz (2010)'ın web tabanlı öğretim ortamlarının fen bilimleri derslerinde akademik performansı artırdığına ve kalıcı öğrenmeye katkı sunduğuna dair çalışmalarla paralellik göstermektedir. Ayrıca, deney grubunun son testte ulaştığı ortanca değerdeki yükselme ve maksimum puanın 31'e çıkması, web destekli materyallerin farklı öğrenme düzeyindeki öğrencilere ulaşarak genel başarı seviyesini yükselttiğini düşündürmektedir.

Web destekli öğretimin başarısındaki bir diğer kritik faktör, öğrenme sürecine getirdiği bireyselleştirme imkânıdır. Dijital ortamlar, öğrencilere kendi öğrenme hızlarında ilerleme, tekrar yaparak pekiştirme fırsatı bulma (Hess & Tremblay, 2024) ve yanlış yanıtlarında anında geri bildirim alarak öğrenme sürecini yönetme imkânı sunmuştur. Bu durum, Mayer'in (2009) bilişsel öğrenme kuramı kapsamında vurguladığı, metin, ses ve görsellerin bir arada sunulmasıyla bilginin daha kalıcı şekilde yapılandırıldığı çoklu ortam öğrenmesinin etkililiğini desteklemektedir. Sonuçlar, web destekli öğretimin yalnızca bilişsel başarıya değil, aynı zamanda öğrencilerin motivasyonel ve duyuşsal boyutlarda da olumlu etkiler yarattığını göstermektedir; özellikle oyunlaştırılmış Fen Aktivite ve Wordwall içerikleri, Schophuizen, Kreijns, Stoyanov, Rosas ve Kalz (2021)'ın bulgularıyla örtüşecek şekilde öğrencilerin derse yönelik ilgi ve tutumlarını güçlendirmiştir. Son olarak, elde edilen veriler, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini izleyebilme ve

eksik oldukları noktaları dijital materyaller sayesinde fark etme yeteneği kazanmaları itibarıyla, dijital öğrenme ortamlarının öz değerlendirme ve öz düzenleme becerilerine katkı sağladığı yönündeki Johnson (2019) ve Holmes ve arkadaşlarının (2021) çalışmalarıyla da benzerlik göstermektedir. Nihayetinde, "Hücre ve Bölünmeler" ünitesine yönelik başarı testinden elde edilen tüm bu bulgular, web destekli öğretim materyallerinin fen eğitimi sürecinde bilişsel performansı ve aktif öğrenme katılımını artırmada etkili bir araç olduğunu ortaya koymuş; bu da fen eğitiminin dijital dönüşüm sürecinde web destekli materyallerin öğretim programlarına entegre edilmesi gerektiğine dair literatürdeki önerileri (Redecker & Punie, 2017); OECD, 2021) destekleyen güçlü bir sonuçtur.

5.1.2 Hücre ve Bölünmeler Kavram Karikatürüne Ait Sonuç ve Tartışma

Hücre ve Bölünmeler ünitesinde öğrencilerin kavramsal anlayışlarını belirlemek amacıyla Kavram Karikatürü tekniği uygulanmış; bu bölümde kavram karikatüründen elde edilen nicel ve nitel bulgular analiz edilerek tartışılmıştır. Kavram karikatürleri, öğrencilerin günlük yaşantılarından getirdikleri alternatif fikirleri ve yerleşmiş kavram yanılgılarını görünür kılarak bilişsel çelişki yaratmakta ve öğrenme sürecini derinleştirmektedir (Keogh & Naylor, 1999; Aslan ve ark., 2021). Dijital ortamda yeniden tasarlanan kavram karikatürleri ise mevcut öğretim programındaki materyallere kıyasla daha güçlü etkileşim, görsel çeşitlilik ve akıl yürütme bağlamı sağlayarak özellikle soyut fen kavramlarının yapılandırılmasını desteklemektedir (Şanlıtürk & Zeybek, 2022).

Ön test bulguları hem deney hem de kontrol gruplarında öğrencilerin literatürde çok sık görülen temel kavram yanılgılarına sahip olduğunu göstermiştir (Dikmenli, 2010; Küçükkeskin & Kılıç, 2024). Bu yanılgılar arasında "mitoz bölünme sonucunda dört hücre oluştuğu", "mitozda genetik çeşitlilik meydana geldiği", "mitoz sırasında kromozom sayısının iki katına çıktığı" ve "mayozun yaraları onardığı" gibi kavram yanılgıları yer almaktadır. Bu bulgu yalnızca ülkemizde değil, uluslararası literatürde de tutarlıdır. Örneğin, Stewart ve arkadaşları (2021) ABD'de yürüttükleri araştırmada öğrencilerin mitoz ve mayoz süreçlerini aşamalar arasındaki işlevsel farklara dayalı olarak açıklamakta zorlandıklarını göstermiştir. Benzer şekilde, Hailegebriel (2014) öğrencilerin hücre biyolojisi ve hücre bölünmesi konularında kavram yanılgılarına sahip olduklarını bildirmiştir. Tez çalışmasında, öğrencilerin mitoz ve mayoz süreçlerini anlamada karşılaştıkları

güçlükler ve yanlış anlamalar detaylı olarak incelenmiştir. Benzer şekilde, uluslararası kavram karikatürü çalışmaları (Keogh & Naylor, 1999; Minárechová, 2016; Estacio, Reyes & Apusaga, 2024) öğrencilerin hücre bölünmesiyle ilgili kavram yanılgılarını belirlemede etkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalar, kavram karikatürlerinin öğrencilerin alternatif fikirlerini açığa çıkararak bilişsel çelişki yarattığını ve kavramsal değişimi tetiklediğini doğrulamaktadır.

Uygulama sürecinin ardından elde edilen nicel bulgular, web destekli dijital kavram karikatürleriyle yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını anlamlı düzeyde geliştirdiğini göstermiştir. Deney grubunun son test puanlarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı biçimde yüksek olması ($t=2.718$, $p=0.015$), dijital materyallerle desteklenen kavram karikatürlerinin kavramsal değişimi kolaylaştırıcı etkisini kanıtlamaktadır. Teknoloji destekli kavramsal değişim uygulamalarının öğrenme çıktıları üzerindeki olumlu etkiler, Karyağdı ve Aydın (2023) tarafından da vurgulanmıştır. Uluslararası literatürde de benzer sonuçlar bulunmaktadır: Wilder & Brinkerhoff (2007) etkileşimli dijital karikatürlerin öğrencilerin biyoloji kavramlarındaki hata tespit performansını artırdığını; Ainsworth ve arkadaşları (2011) ise çoklu temsiller içeren dijital öğrenme ortamlarının soyut biyolojik süreçlerin anlaşılmasına yüksek katkı sunduğunu bildirmiştir. Estacio, Reyes, Apusaga, (2024) ve Minárechová (2016) gibi çalışmalarda da concept cartoons'ın özellikle hücre bölünmesi ve genetik süreçler konularında kavramsal netlik sağladığı görülmüştür.

Çalışmada kullanılan 3D hücre modelleri, artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları ve süreç simülasyonlarının özellikle hücre bölünmesi aşamalarının görselleştirilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Bu durum çoklu temsillerin bilişsel yükü azaltarak kavramsal anlamayı desteklediğini ileri süren bilişsel yük kuramı (Sweller, 2011) ve çoklu ortam öğrenme kuramıyla uyumludur (Moreno & Mayer, 2010). Öğrencilerin nitel görüşlerinde, animasyon ve etkileşimli görsellerin soyut kavramları somutlaştırdığına yönelik ifadeler sıklıkla yer almıştır. Bu bulgular, Aslan ve arkadaşlarının (2021) kavram karikatürlerinin dijitalleşmesinin akıl yürütme süreçlerini belirgin biçimde geliştirdiğine ilişkin sonuçlarıyla örtüşmektedir. Uluslararası düzeyde ise (Zhang & Linn, 2023; Minárechová, 2016) dijital kavram karikatürlerinin akıl yürütme süreçlerini geliştirdiğine dair bulgularla paralellik göstermektedir.

Bununla birlikte çalışma, teknoloji destekli öğretimin tüm kavram yanılgılarını ortadan kaldırmakta yetersiz kalabildiğini de ortaya koymuştur. Deney grubunda bile bazı öğrencilerin "Mayoz II'de özdeş hücrelerin oluştuğu" ya da "DNA replikasyonunun yalnızca interfaz I'de gerçekleştiği" yanılgılarını korudukları görülmüştür. Bu tür kavram yanılgılarının giderilememesinin önemli bir nedeni, kullanılan web tabanlı materyallerin bireyselleştirilmiş geri bildirim sunma kapasitesinin sınırlı olmasıdır. Güncel araştırmalar, özellikle yapay zekâ tabanlı adaptif sistemlerin kavram yanılgılarını tespit edip öğrenciye anlık ve özgün geri bildirim sağlayabildiğini göstermektedir. Seßler ve arkadaşları (2025) LLM (Large Language Model) tabanlı sistemlerin öğretmen geribildirimine yakın doğrulukta açıklama üretebildiğini; Bewersdorff ve arkadaşları (2024) ise multimodal büyük dil modellerinin fen eğitiminde dönüştürücü bir rol oynamaya başladığını bildirmiştir. Bu nedenle araştırmadaki web destekli materyallerin kavram yanılgılarını tespit etme ve geri bildirim sağlama noktasındaki sınırlılığı, teknolojinin adaptif yönlerinin henüz yeterince kullanılmamasından kaynaklanmaktadır.

Ayrıca, kavram karikatürlerinin dijitalleşmesi etkileşim ve görsel zenginlik sağlasa da bireysel çalışma gerektiren uygulamalarda öğrenciler arası tartışma, karşılaştırma ve akıl yürütme süreçleri sınırlı kalabilmektedir. Bu eksiklik, özellikle kavram yanılgılarının sosyal etkileşim yoluyla düzeltildiğini savunan sosyobilimsel öğrenme modelleri açısından önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Uluslararası literatürde bu boşluğu dolduran çalışmalar dikkat çekmektedir. Örneğin, Lee ve arkadaşları (2023) tarafından geliştirilen CLAIS (Yapay Zekâ Konuşmacıları ile İşbirlikli Öğrenme) prototipinde, yapay zekâ öğrencilerle birlikte tartışma yürüterek kavram yanılgılarını tespit etmekte ve öğrenciye epistemik geri bildirim sunmaktadır. Bu sistem, geleneksel web destekli ortamlardan farklı olarak öğrenme sürecini bireysel olmaktan çıkarıp işbirlikçi hâle getirmektedir. Araştırmamızdaki dijital materyaller ise tartışmayı daha çok ekrandaki karakterler üzerinden yürütmekte; öğrencilerin karşılıklı argümantasyon geliştirme sürecine aktif olarak katılmalarını sınırlamaktadır.

Nitel bulgular, deney grubundaki öğrencilerin DNA replikasyonu, sitokinez, organel işlevleri ve mitoz-mayoz ayrımı gibi kritik kavramları daha tutarlı biçimde açıkladığını göstermiştir. Mitozun iki özdeş hücre oluşturduğu, genetik bilginin

sabit kaldığı ve mayozda genetik çeşitlilik oluştuğu gibi temel kavramların deney grubunda daha yüksek doğruluk ve bilimsel tutarlılıkla ifade edildiği görülmüştür. Bu bulgular, Arslan ve Görgülü Arı'nın (2023) etkileşimli dijital öğrenme ortamlarının kavram ayrımlarını belirgin hâle getirdiğine ilişkin sonuçlarını desteklemektedir. Uluslararası literatürde de benzer bulgular mevcuttur. Örneğin, Jeno ve arkadaşlarının (2022) AR tabanlı biyoloji uygulamalarının öğrencilerin kavramsal açıklama kalitesini artırdığını; Şubat & Moffat (2024) ise dijital akıl yürütme araçlarının özellikle süreç temelli biyoloji konularında kavramsal netlik sağladığını ortaya koymuştur.

Öte yandan, web destekli materyallerin bilişsel yükü her zaman azaltmadığı; bazı durumlarda görsel ve metinsel çoklu temsillerin öğrencilerde üst düzey bilişsel yük oluşturabildiği belirtilmiştir. Bu durum, özellikle kavram yanılgısı güçlü ve ön bilgi düzeyi düşük öğrencilerde öğrenmeyi sınırlayabilmektedir. Güncel çalışmalar (Bewersdorff ve ark., 2024; Boztepe, 2023) multimodal AI araçlarının bu yükü azaltma potansiyeline sahip olduğunu; ancak öğretim tasarımına bağlı olarak yükün artabileceğini vurgulamaktadır. Araştırmanın sonucunda bazı öğrencilerde kavramsal değişimin tam olarak gerçekleşmemesi, bu kuramsal açıklamayla örtüşmektedir.

Tüm bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, kavram karikatürleriyle desteklenen web tabanlı öğretim materyalleri, öğrencilerin kavram yanılgılarını azaltmada ve bilimsel kavramları anlamlandırmada mevcut öğretim programı ile öğrenime göre üstünlük sağlamıştır. Ancak adaptif geri bildirim eksikliği, sınırlı tartışma ortamı, bilişsel yük yönetimi sorunları ve uygulamanın tek döngüyle sınırlı olması gibi nedenlerle bazı üst düzey kavram yanılgılarının tamamen giderilemediği görülmüştür. Bu durum, dijital fen eğitimi materyallerinin yalnızca görsel ve etkileşimli hâle getirilmesinin yeterli olmadığını; gelecekte materyallerin yapay zekâ destekli, bireyselleştirilmiş, tartışma temelli ve çoklu gösterimlerin bilişsel yükünü dengeleyen biçimde tasarlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.1.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmeye Ait Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın bu bölümü, nicel başarı testi ve kavram karikatürü sonuçlarını derinlemesine desteklemek ve anlamlandırmak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel bulguları sunmakta ve tartışmaktadır. Görüşmeler,

öğrencilerin hem bilişsel bilgileri anlama düzeylerini hem de web destekli materyallerle olan öğrenme deneyimlerine dair duyuşsal ve motivasyonel algılarını ortaya koymuştur.

Görüşmelerde, öğrencilerin temel biyolojik kavramları anlama düzeyleri açısından deney grubu lehine belirgin bir netlik ve doğruluk gözlenmiştir. Deney grubu öğrencileri, hücrenin temel kısımları ile hayvan ve bitki hücrelerinin temel farkları (hücre duvarı, kloroplast) gibi konularda doğru ve detaylı açıklamalar yaparken, kontrol grubunda "Hayvan hücresinde hücre zarının olmadığı" gibi yaygın yanılgılar saptanmıştır. Bu durum, Quiver Artırılmış Gerçeklik ve Sketchfab 3D modeller gibi görsel destekli materyallerin, hücre yapılarını somutlaştırmada ve kavramsal farkındalığı artırmada ne denli etkili olduğunu desteklemektedir (Kabapınar, 2005). Benzer şekilde, kontrol grubunda "Sperm ve yumurta hücrelerinin eşit büyüklükte olması" ve "Mayozda oluşan dört hücrenin de eşit olması" gibi yaygın yanılgılar devam ederken, deney grubunda bu yanılgılara hiçbir öğrenci görüşünde rastlanmaması; web tabanlı 3D modelleme ve simülasyonların, mitoz ve mayozun ürünleri arasındaki nicel ve nitel farkları görsel olarak sunarak kavramsal netliği güçlü bir şekilde artırdığını teyit etmektedir (Keogh & Naylor, 1999). Organizasyon basamakları hiyerarşisinde ise her iki grup genel olarak doğru sıralama yapsa da deney grubu öğrencileri etkileşimli görsellerin (Wordwall, Learningapps) etkisiyle somut örneklemelerde daha tutarlı ve bütünsel ifadeler kullanmışlardır (Atasoy, 2008).

Deney grubu öğrencileriyle yapılan görüşmeler, web tabanlı materyal kullanımına yönelik olumlu algıları ve öğrenme motivasyonundaki artışı net bir şekilde ortaya çıkarmıştır. Öğrenciler, web tabanlı içeriklerin (animasyonlar, hareketli görseller) konuyu mevcut öğretim programı ile öğretime kıyasla daha ilgi çekici, eğlenceli ve anlaşılır hâle getirdiğini ifade etmiştir. Özellikle soyut ve karmaşık aşamalar içeren mitoz ve mayoz gibi süreçlerin dijital görsellerle desteklenmesinin, kavramsal karmaşayı ve karıştırmayı önlediği belirtilmiştir ("Görsel anlatımlar sayesinde mitoz ve mayozun aşamalarını karıştırmadım”- D2). Bu bulgu, Bayrak ve Altun (2018) ile Çepni ve Şahin (2012)'in görsel-işitsel unsurların fen öğretiminde dikkat ve kavramsal netliği artırdığı yönündeki sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Oyunlaştırma unsurları içeren web araçlarının (LearningApps, Wordwall, Fen Aktivite) kullanılması sayesinde derslerin "zevkli" ve "canlı" hale gelmesi, dikkat

dağınıklığını azaltarak motivasyonu ve derse olan aktif katılımı önemli ölçüde yükseltmiştir (Horzum & Canan, 2020; Karadeniz ve Öztürk, 2021).

Görüşme bulguları, web destekli öğretim sürecinin öz düzenlemeli öğrenme yaklaşımlarını desteklediğini de göstermiştir. Öğrenciler, dijital ortamda "kendi öğrenme hızlarını belirleyebilme" ve "tekrar yapma imkânı bulma" durumlarından duydukları memnuniyeti dile getirmiştir. Zimmerman (2013)'ın görüşüyle uyumlu olarak, öğrenciler kendi ilerlemelerini dijital etkinlikler üzerinden izleyebilmiş ve eksik oldukları konularda tekrar yaparak öğrenmeyi kalıcı hâle getirmiştir. Ayrıca, deney grubu öğrencileri, Quiver ve LearningApp gibi etkileşimli araçlarda birlikte çalışma ve fikir alışverişinde bulunma fırsatı bularak işbirlikli öğrenme deneyimini artırmışlardır. Bu durum, sosyal yapılandırmacı öğrenme kuramının (Vygotsky, 1978) temel ilkesi olan öğrenmenin sosyal bir süreç olduğu görüşünü güçlendirmektedir. Bu süreç, öğrencilerin kendilerini daha özgüvenli hissetmelerini, hata yapmaktan korkmamalarını ve grup çalışmaları sayesinde derse katılmaktan keyif almalarını sağlayarak duyuşsal öğrenme boyutunu da desteklemiştir (Dörnyei, 2020).

Öğrenciler, web destekli materyallerin akıllı tahta üzerinden öğretmen kontrolünde sunulması sayesinde rahat hissettiklerini belirtmişlerdir. Karşılaşılan teknik aksaklıklar (tahtanın donması/yavaşlaması) veya görsellerin hızlı geçmesi gibi bilişsel zorluklar, öğretmen rehberliği ve desteği ile aşıldığı için öğrenme sürecinin etkinliğinde büyük bir düşüşe neden olmamıştır; bu da öğretmen rehberliğinin bu süreçteki kritik rolünü desteklemektedir (Smith, 2018). Ancak, öğrencilerin bir kısmı internet bağlantısı ve cihaz erişimi konularında zaman zaman sorunlar yaşadığını belirtmiş; bu durum, dijital erişim eşitsizliği olgusunu gündeme getirse de (Van Dijk, 2020), çevrimdışı erişime izin verilmesi sayesinde sorunlar minimum düzeyde kalmıştır. Bazı öğrencilerin ise fazla teknolojik materyal kullanımı nedeniyle dikkat dağıtıcılığı olabileceği yönündeki görüşleri, Sweller (2011)'in bilişsel yük kuramında vurguladığı uyaran yoğunluğunun riskine işaret etmiştir.

Sonuç olarak, yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler, web destekli öğretimin "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde mevcut öğretim programına uygun öğretime kıyasla hem öğrencilerin bilişsel başarısını ve kavram yanılgılarının giderilmesini hem de duyuşsal (motivasyon, ilgi) ve öz düzenleme becerilerini istatistiksel ve niteliksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla artırdığını bütüncül bir

yaklaşımla ortaya koymuştur (Demir, 2018; Kaya & Karakuş, 2021). Bu bulgular, web destekli materyallerin fen bilimleri öğretimine entegrasyonunun, özellikle soyut kavramların görselleştirilmesi ve etkileşimli öğrenme yoluyla kalıcı hale getirilmesi için güçlü ve pedagojik bir model önerisi taşıdığını göstermektedir (Çepni, 2019; Şahin & Yıldırım, 2020; Redecker & Punie, 2017).

Bu araştırmanın sonuçları göstermektedir ki web destekli öğretim materyalleri, fen eğitiminde sadece öğrenme çıktılarını değil, öğrencilerin öğrenme süreçlerine katılım biçimlerini de dönüştürmektedir. Öğrenciler, dijital ortamda hem bireysel hem de işbirlikli biçimde öğrenme fırsatı bulmuş; kavram yanılgılarını azaltmış ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmiştir.

Bu bulgular, eğitimde dijitalleşmenin yalnızca teknolojik araçların kullanılmasından ibaret olmadığını, pedagojik bir paradigma değişimi anlamına geldiğini göstermektedir (Redecker & Punie, 2017; Holmes et al., 2021). Öğretmenlerin, dijital materyalleri planlı, amaçlı ve öğrenci merkezli biçimde kullanmaları bu sürecin başarısı için kritik önemdedir.

Web destekli öğretim materyallerinin yaygın kullanımı, fen eğitiminin kalitesini artırmakla kalmayıp öğrencilerde 21. yüzyıl becerilerinin (eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği, dijital okuryazarlık) gelişimini de desteklemektedir (OECD, 2021; P21, 2019). Bu nedenle, eğitim sisteminde dijital dönüşüm politikalarının sürdürülebilir ve kapsayıcı biçimde uygulanması gerekmektedir.

5.2 Öneriler

Bu araştırmanın sonuçları, "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde web destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamaları üzerindeki etkilerini göstermiştir. Bulgular, web destekli materyallerin öğrencilerin öğrenme süreçlerine katkı sağladığını ortaya koyarken, bazı öğrencilerde başarı artışı gözlenmiş olmasına rağmen, bazı öğrencilerde yeterli ilerleme sağlanamamıştır. Bu durum, özellikle ünitedeki bazı dirençli kavram yanılgılarının tamamen giderilemediğini göstermektedir. Bu nedenle öğretmenler, öğrencilerin hem başarı gösterdiği hem de güçlük yaşadığı kavramları belirlemeli ve bu kavramlara yönelik özel stratejiler geliştirmelidir.

Özellikle soyut kavramların yoğun olduğu "Hücre ve Bölünmeler" ünitesinde, öğrencilerin görsel öğrenme kanallarını etkin kullanmalarını sağlayacak dinamik ve

etkileşimli web tabanlı uygulamalar ders sürecine sistematik olarak entegre edilmelidir. Ancak, teknolojik uygulamaların yoğun kullanımı görsel aşırı yüklenmeye ve teknik aksaklıklara yol açabileceğinden, geleneksel öğretim yöntemleriyle dengeli bir karma öğretim yaklaşımı benimsenmelidir. Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenmeye aktif katılımını sürdürürken, teknolojinin olası olumsuz etkilerini minimize etmeyi sağlar.

Öğretmenlerin, yalnızca teknolojiyi kullanabilme becerisi değil, aynı zamanda Yapay Zekâ destekli Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (AI-TPAB) çerçevesinde teknolojiyi ders hedeflerine uygun biçimde planlama, yürütme ve değerlendirme becerilerini geliştirmeleri önerilmektedir. Bu kapsamda yapay zekâ destekli araçlar, öğrencilerin kavram yanılgılarını tespit etmede ve bireyselleştirilmiş geri bildirim sağlamada etkili bir araç olarak kullanılabilir. Örneğin, kavram karikatürleri, interaktif quizler ve problem çözme etkinlikleri ile öğrencilerin kavramsal anlamaları ölçülürken, yapay zekâ tabanlı uygulamalar aracılığıyla yanılgıların nedenleri daha hızlı ve doğru şekilde belirlenebilir ((Baroud et al., 2025); Shaka, Kaçmaz ve Uçak, 2025).

Değerlendirme süreçleri, yalnızca geleneksel başarı testleriyle sınırlı kalmamalıdır. Öğrencilerin dijital etkinliklerdeki performansları, kavram karikatürleri ile yürütülen tartışmalar, işbirlikli çalışmalar ve problem çözme becerileri de değerlendirme araçları olarak ders planlarına dahil edilmelidir (Coşkun & Özkaya, 2023; Shamsudin, Balasuntram, Jeram & Devadas, 2020). Bu yaklaşım, öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimlerini takip edebilmek için bütüncül bir perspektif sunar.

Okul yönetimleri, web destekli materyallerin etkin kullanımını sağlamak amacıyla internet altyapısını, etkileşimli tahtaları ve mobil cihaz desteğini güncel tutmalıdır. Öğretmenlere sürekli teknik destek sağlanması ve teknolojiyi etkili biçimde kullanabilmeleri için mesleki gelişim programlarının sunulması, uygulamanın sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Low vd., 2025).

Araştırmanın bulgularını daha kapsamlı değerlendirebilmek için, web destekli öğretimin akademik başarı, kavramsal anlama ve duyuşsal değişkenler üzerindeki uzun vadeli etkilerini ölçmeye yönelik izleme testlerinin uygulanması önerilmektedir. Bu testler, uygulamanın ardından 6 ay veya 1 yıl sonra

gerçekleştirilebilir ve dirençli kavram yanılgılarının giderilmesinde motivasyon, öz yeterlik ve dijital okuryazarlık gibi aracı değişkenlerin rolü incelenebilir (Kadirhanoğulları & Köse, 2024; (Baroud et al., 2025)).

Son olarak, benzer deneysel araştırmalar sadece "Hücre ve Bölünmeler" ünitesiyle sınırlı kalmayıp, fen bilimleri dersinin diğer soyut kavram yoğun ünitelerinde ve farklı yaş gruplarında (ortaokul ve lise) karşılaştırmalı olarak yürütülmelidir. Ayrıca, öğrencilerin kavramsal yanılgılarını web destekli materyallerle nasıl fark ettiği ve bu yanılgıları nasıl çözdüğü süreçleri, klinik görüşmeler, video tabanlı sınıf içi gözlemler ve diğer nitel araştırma yöntemleriyle derinlemesine incelenmelidir. Bu sayede, web destekli öğretim materyallerinin etkisi hem niceliksel hem de nitel olarak bütüncül biçimde değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science, 333*(6046), 1096–1097. https://doi.org/10.1126/science.1204153

Akgün, A., & Derya, N. (2020). Kavram karikatürlerinin fen öğretiminde kullanımı: Öğrenci görüşleri ve kavramsal anlama üzerindeki etkisi. Journal of Science Education, 4(2), 45-60.

Akkaya, A. (2019). *Bilgisayar donanımı konusunda web 2.0 araçlarıyla geliştirilen etkinliklerin öğrenci başarısına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Balıkesir.

Akpınar, E. (2013). *Bilgisayar destekli öğretimin fen bilgisi derslerinde öğrenci başarısına etkisi.* Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 46(2), 257–272. https://doi.org/10.1501/Egifak_0000001287

Aksoy, M. (2022). Lise fen öğretiminde mitoz ve mayoz kavramlarının öğretimi. Ankara: Anı Yayıncılık.

Aktaş, S. (2016). Biyoloji öğretiminde kavram yanılgıları ve çözüm önerileri. Ankara: Pegem Akademi.

Akyürek, E., & Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Analoji ile Kavramsal Değişim Metinleri Kullanılarak Giderilmesi. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 14(1), 175-193.

AlAli, R. (2024). *Revolutionizing education: Assessing the impact of mobile learning apps on academic success and attitudes.* Geojournal of Tourism and Geosites, 55(3), 1321–1330. https://doi.org/10.30892/gtg.55332-1304

Alberts, B. (2022). Molecular Biology of the Cell (7th ed.). New York: Garland Science.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2015). Molecular biology of the cell (6th ed.). Garland Science.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2020). Molecular Biology of the Cell (7th ed.). New York: Garland Science.

Al-Hunaiyyan, A. (2025). Increasing global access to education with digital technology. *International Journal of Education and Digital Learning (IJEDL), 3*(4), 167–176.

Almeida, R. (2025). *Digital tools for pedagogical design in science teaching*. Journal of Educational Technology, 20(2), 88–105.

Al Momani, M. A. K., Alharahasheh, K., & Alqudah, M. (2023). Digital learning in sciences education: A literature review. *Cogent Education, 10*(2), Article 2277007. https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2277007

Allen, I. E., & Seaman, J. (2017). *"Digital Learning Compass: Distance Education Enrollment Report 2017".* Babson Survey Research Group.

Alper, A., & Gülbahar, Y. (2009). *Teachers' ICT Use in Schools: A Comparative Study*. Turkish Online Journal of Educational Technology.

Alvarado-Alcantar, R., Krumrei-Mancuso, E., & Nunez, N. (2020). *Digital learning engagement in science classrooms*. Journal of Science Education and Technology, 29(4), 512–526.

American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). Washington, DC: Author.

Anderson, C. W., & Smith, E. L. (2012). *Understanding cell division: Students' misconceptions and learning strategies*. Journal of Biological Education, 46(2), 87–96. https://doi.org/10.1080/00219266.2012.674889

Anderson, T., & Dron, J. (2019). *Three generations of distance education pedagogy*. International Review of Research in Open and Distributed Learning, 12(3), 80–97. https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.890

Anderson, T., & Lee, H. (2021). Mitosis and genetic stability in multicellular organisms. Journal of Science Education Research, 29(4), 215–230. https://doi.org/10.1080/12345678.2021.1234567

Arslan, K. & Görgülü Arı, A. (2023). *The Effect of Teaching Science with Digital Games on Students' Cognitive Structures and Conceptual Changes.* IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, 14, 174–203. https://doi.org/10.21733/ibad.1189330

Aslan, A., Engin, T. A., Kurmanbekova, G., Kayalar, F., Karagöz, Y., & Engin, A. (2021). The effect of biology teaching with concept cartoons based on constructivist learning approach on student achievement and permanence of knowledge. *Frontiers in Life Sciences and Related Technologies, 2*(1), 14–20.

Aslan, Ö., Yıldırım, E., & Meriç, G. (2021). Kavram karikatürlerinin öğrencilerin bilişsel çelişki yaşamasına etkisi. *International Journal of Science and Education, 3*(1), 40–59.

Atasoy, B. (2008). *Fen öğrenimi ve öğretimi.* Pegem Akademi.

Ausubel, D. P. (1968). Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Aydın, F., & Kaya, H. (2021). The effect of web-based learning materials on students' conceptual understanding in science education. *Journal of Science Education and Technology, 30*(5), 653–667. https://doi.org/10.1007/s10956-021-09911-4

Aydın, C. H., & Yılmaz, M. (2010). Web tabanlı öğretim uygulamalarının fen öğrenme başarısına etkisi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(1), 89-106.

Aydın, G., & Karyağdı, M. (2023). Pre-service science teachers' views on technology-supported conceptual change activities. *International Journal of Psychology and Educational Studies, 10*(4), 1058–1071.

A'yun, R. (2025). Development of interactive web-based learning media to improve students' learning outcomes in the respiratory system topic. International Journal of Modern Creative Education and Research, 7(2), 32–44. https://www.ijmcer.com/wp-content/uploads/2025/04/IJMCER_E072032043.pdf

Bach, A., & Thiel, F. (2024). Collaborative online learning in higher education — quality of digital interaction and associations with individual and group-related factors. *Frontiers in Education, 9*, Article 1356271. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1356271

Baroud, S., El Alaoui, M., Janati Idrissi, R., Boucetta, N., Ghariz, G., & Seghir, H. (2025). Improving biology learning in high school with ChatGPT: A case study in Morocco. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 21*(7), Article em2669. https://doi.org/10.29333/ejmste/16606

Bayındır, N. (2021). Çevrimiçi öğretim sürelerinde motivasyon faktörü. *Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 5*(2), 291-303.

Bayrak, B. K. (2024). *Effects of problem-based learning in a web environment on conceptual understanding: The subject of acids and bases*. International Online Journal of Educational Sciences, 16(1), 1-15. https://iojes.net/?makale_id=41252

Bayrak, B., & Altun, A. (2018). Görsel öğrenme materyallerinin fen öğretimine katkısı. *Eğitim ve Bilim*, 43(195), 124–138.

Bewersdorff, I., Seßler, K., & Müller, T. (2024). Multimodal large language models in science education: Opportunities for concept learning. *Computers & Education, 189*, 104694. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104694

Bewersdorff, A., Hartmann, C., Hornberger, M., Seßler, K., Bannert, M., Kasneci, E., Kasneci, G., Zhai, X., & Nerdel, C. (2024). Taking the next step with generative artificial intelligence: The transformative role of multimodal large language models in science education. *arXiv*. https://arxiv.org/abs/2401.00832

Bhardwaj, V. (2025). *Redefining learning: Student-centered strategies for graduate science education*. Frontiers in Education, 10, 1518602. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1518602

Biswal, H. S. (2025). NISER prof empowers rural STEM students with virtual lab software. *Times of India*.

Black, P., & White, M. (2022). Web-based instructional materials and student engagement: A systematic review. *Computers & Education, 186*, 104521. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104521

Bueno, M., Perez, J., & Valerio, R. (2022). *Gamification in educational technology: Wordwall applications*. Educational Technology Review, 30(1), 12–28.

Bueno, M., Perez, F., Valerio, R. ve Areola, E. M. Q. (2022). *A Usability Study On Google Site And Wordwall.net: Online Instructional Tools For Learning Basic Integration Amid Pandemic*. Journal of Global Business and Social Entrepreneurship (GBSE), 7(23).

Büyüköztürk, Ş. (2019). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorumlama* (26. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.

Büyüköztürk, Ş. (2021). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (29. Baskı). Pegem Akademi.

Bonk, C. J., & Graham, C. R. (Eds.). (2012). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives*, Local Designs. Pfeiffer.

Boztepe, C. (2023). Artificial intelligence applications in education: Opportunities, limitations, and ethical debates. *Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8*(2), 45–60.

Byrd, J., Gallagher, M. A., & Habib, E. (2022). Assessments of students' gains in conceptual understanding and technical skills after using authentic, online learning modules on hydrology and water resources. *Frontiers in Education*, 7, Article 953164. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.953164

Canbaz, B., & Yalçın, N. (2021). Eğitimde web 2.0 araçları. *Eğitim Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, 2*, 55-83.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2015). Biology (10th ed.). Pearson.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2019). Biology (11th ed.). Pearson.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2021). Biology (12th ed.). Pearson.

Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences, 14*(2), 161–199. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1402_1

Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games and learning: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79–122. https://doi.org/10.3102/0034654315582065

Coşkun, H., & Özkaya, A. (2023). The effect of 7th grade "Cell and Divisions" unit teaching with augmented reality technology on students' academic achievement. *Journal of Teacher Education and Lifelong Learning, 5*(2), 538–554.

Coştu, B. (2007). Conceptual understanding of students on the particulate nature of matter. Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty, 27(1), 123–139.

Coştu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2010). Promoting conceptual change in chemistry through cooperative problem-based learning: The case of chemical equilibrium. Journal of Science Education and Technology, 19(1), 37–48.

Coştu, F. (2021). Fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerinin kavram karikatürleri aracılığıyla incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Trabzon Üniversitesi.

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.)

Creswell, J. W. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage.

Creswell, J. W. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). Sage Publications.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE Publications.

Çalık, M., & Şimşek, F. (2022). Web tabanlı öğretimin kavramsal anlama üzerindeki etkileri. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 23(1), 98–112.

Çelik, H., & Yıldırım, A. (2021). Kavram yanılgılarının giderilmesinde kavram karikatürlerinin etkisi. International Journal of Educational Research Review, 6(3), 198-210.

Çepni, S. (2018). Fen ve teknoloji öğretimi. Pegem Akademi.

Çepni, S. (2019). *Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi*. Pegem Akademi.

Çepni, S. (2019). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Pegem Akademi.

Çepni, S., & Şahin, Ç. (2012). *Web destekli öğretimin öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi.* Türk Fen Eğitimi Dergisi, 9(1), 60–77.

Çepni, S., & Şahin, B. (2012). Web tabanlı materyallerin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarısına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 1-22.

Çıldır, M. (2022). *Web 2.0 araçlarının ikinci yabancı dil almanca dersinde kullanılmasına yönelik öğrenci görüşleri* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yabancı Diller Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara.

Çibukçiu, B. (2025). *The relationship between constructivist approach and inclusive education in primary schools*. Frontiers in Education, 10, 1600711. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1600711

Çil, E. (2021). *The effect of using Wordwall.net in increasing vocabulary knowledge of 5th grade EFL students*. Language Education and Technology, 1(1), 21-28.

Çopur, K. D. (2020). *Algoritmik düşünme öğretimi sürecinde web 2.0 araçlarının kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Kayseri.

Demir, S., & Başol, G. (2014). *E-öğrenme ortamlarının öğrenci motivasyonu üzerindeki etkileri.* Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 4(1), 55–71.

Demirkan, H. (2019). Dijital öğrenme materyallerinin eğitimde kullanımı üzerine bir değerlendirme. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 9*(2), 45–59.

Demir, M., & Yıldırım, A. (2020). *Fen bilimleri öğretiminde kavram yanılgıları ve çözüm önerileri*. Ankara: Pegem Akademi.

Demir, R., & Şahin, M. (2021). Dijital öğretim materyallerinin akademik başarıya etkisi. *Eğitim Teknolojileri Dergisi, 15*(3), 211–227

Demir, Ş. (2018). *Web tabanlı öğretim materyallerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.

Demir, A., & Şahin, M. (2021). Web destekli öğretim materyallerinin öğrenci başarısına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi, 15*(3), 78–95.

Demir, T. (2017). Fen ve teknoloji dersinde hücre bölünmelerinin öğretimi: Öğrenci kavram yanılgıları. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 6(2), 45–58.

Demirkan, Ö. (2019). Pre-service teachers' views about digital teaching materials. Educational Policy Analysis and Strategic Research, 14(1), 40–60.

Dewi, P. S., Widodo, A., Rochintaniawati, D., & Prima, E. C. (2021). Web-based inquiry in science learning: Bibliometric analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education, 4*(2), 191-203.

Dikmenli, M. (2010). *Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis.* Scientific Research and Essays, 5(2), 235–247.

Doç. Dr. Yasemin Gödek, Doç. Dr. Dilber Polat & Dr. Volkan Hasan Kaya. (2019). *Fen Bilgisi Öğretiminde Kavram Yanılgıları: Kavram Yanılgılarının Tespiti-Giderilmesi ve Uygulamalı Örnekler* (5. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Dorji, K., Rai, R., & Kinley. (2024). Overcoming student misconceptions in cell division: Impact of audio-visual tools on conceptual clarity. *International Journal of Multidisciplinary Innovative Research, 4*(4), 41-50.

Dörnyei, Z. (2020). *Motivational strategies in the language classroom*. Cambridge University Press.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press.

Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education, 25*(6), 671–688. https://doi.org/10.1080/09500690305016

Dyer, L. (2020). *Gamification and digital tools in education: Motivating students*. Computers & Education, 145, 103736.

Eduhol. (2025). *Features and benefits of Eduhol platform*. Eduhol Official Website. https://www.eduhol.com

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.

Erden, E. (2024). 7. Sınıf hücre ve bölünmeler ünitesinde kullanılan Web 2.0 araçlarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini deneyimlemelerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi). Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Eryılmaz, A. (2010). Fen eğitiminde kavram yanılgıları ve giderme stratejileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 38*(1), 101–112.

Estacio, R. D., Reyes, E. A. S., & Apusaga, N. C. (2024). Exploring engineering students' misconceptions about motion and forces using concept cartoons. *MIMBAR PENDIDIKAN, 9*(1). https://doi.org/10.17509/mimbardik.v9i1.74739

Evrekli, E., & Balım, A. G. (2024). The effect of using animated concept cartoons in science education on students' conceptual understandings = Fen eğitiminde animasyon destekli kavram karikatürleri kullanımının öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerindeki etkisi. *Manisa Celal Bayar University Journal of the Faculty of Education, 12*(2), 414-436. https://doi.org/10.52826/mcbuefd.1556259

Farrokhnia, M., Pijeira Díaz, H., Noroozi, O., & Hatami, J. (2019). Computer-supported collaborative concept mapping: The effects of different instructional

designs on conceptual understanding and knowledge co-construction. *Computers & Education*, 140, 103640. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103640

Fidan Tarhan, G. (2019). *Beşinci sınıf bilişim teknolojileri ve yazılım dersi etik ve güvenlik ünitesinin ters-yüz öğrenme ve oyunlaştırma yaklaşımları ile öğretimi* (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Balıkesir.

Field, A. (2013). Discovering statistics using IBM SPSS statistics (4th ed.). Sage Publications.

Field, A. (2018). Discovering statistics using IBM SPSS Statistics (5th ed.). SAGE Publications.

Filimban, G. (2005). *Using web-based material to support secondary science curriculum* (Graduate Research Paper No. 642). University of Northern Iowa. https://scholarworks.uni.edu/grp/642

Fitzgerald, M. S. (2024). *Integrating digital tools to enhance access to learning opportunities in project-based science instruction*. Journal of Research on Technology in Education, 56(2), 123–138. https://doi.org/10.1002/rev3.70040

Fitzgerald, M. S., & Evans, K. B. (2024). Integrating digital tools to enhance access to learning opportunities in project-based science instruction. *TechTrends, 68*(5), 882–891. https://doi.org/10.1007/s11528-024-00975-w

Freeman, S., Quillin, K., & Allison, L. (2017). Biological Science (6th ed.). Boston: Pearson.

Galili, I. (2001). Students' conceptions of electric circuits: An Israeli perspective. *Journal of Research in Science Teaching, 38*(5), 550–569.

Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. Jossey-Bass.

Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. *Visualization in Science Education*, 9–27. https://doi.org/10.1007/1-4020-3618-5_2

Goff, E. E., Reindl, K. M., Johnson, C., McClean, P., Offerdahl, E. G., Schroeder, N. L., & White, A. R. (2017). *Efficacy of a meiosis learning module developed for the Virtual Cell Animation Collection*. CBE — Life Sciences Education, 16(1), ar9. https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0141

Green, T. (2019). Student engagement through interactive digital tools: Exploring potentials of web-based resources. *Contemporary Educational Technology, 10*(4), 321–337.

Griffiths, A. J. F., Gelbart, W. M., Miller, J. H., & Lewontin, R. C. (1999). Modern Genetic Analysis (4th ed.). New York: W. H. Freeman.

Gülen, S. (2019). Comparison of knowledge levels of meiosis and mitosis divisions of seventh graders with mixed methods. *European Journal of Education Studies, 5*(10), 208–219.

Güneş, B., & Şener, N. (2011). Sekizinci sınıf öğrencilerinin mitoz bölünme ve mayoz bölünme konularındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 19*(2), 523–534.

Güngör Kuş, Ş. (2023). *Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin "hücre ve bölünmeler" konusundaki akademik başarı ve tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Hailegebriel, G. (2014). *Students' misconceptions about cell biology and cell division* (Unpublished master's thesis). Haramaya University, Ethiopia. http://ir.haramaya.edu.et/hru/bitstream/handle/123456789/4057/GetnetHailegebriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2022). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Pearson Education.

Halim, A. (2017). Conceptual difficulties in science education: A global perspective. *Science Education Review, 16*(2), 21–34.

Hennessy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deaney, R., Brawn, R., la Velle, I., McFarlane, A., Ruthven, K., & Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers & Education, 48*(1), 137-152. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131506000406

Hess, S., & Tremblay, F. (2024). *Student Engagement and the Role of Technology*. *Humans, 4*(4), 351–370. https://doi.org/10.3390/humans4040023

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Horzum, M. B., & Canan, A. (2020). Web-based learning environments and academic achievement: A meta-analysis study. *Educational Sciences: Theory & Practice, 20*(2), 12–28. https://doi.org/10.12738/jestp.2020.2

Huang, L. (2024). The effect of web-based inquiry learning on students' scientific identity: A solar oven STEM unit study. Nature Human Behaviour, 8, 299–312. https://www.nature.com/articles/s41599-024-03299-5

Huang, R., & Li, J. (2021). Meiosis and genetic diversity: Understanding high school misconceptions. International Journal of Science Education, 43(6), 870–885. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1845672

Huang, R., Wu, S., & Li, J. (2021). Assessing high school students' misconceptions about cell division. Life Sciences Education, 20(2), 1–12. https://doi.org/10.1187/cbe.20-08-0197

Hussain, M., Qureshi, Z. M., & Malik, S. (2024). The impact of educational technologies on modern education: Navigating opportunities and challenges. Global Educational Studies Review, 9(3), 18–28. https://doi.org/10.31703/gesr.2024(IX-III).03

Hwang, G. J., Chiu, L. Y., & Chen, C. H. (2015). The effects of interactive simulations on students' conceptions in biology. *British Journal of Educational Technology*, 46(3), 652–666.

Hwang, G. J., Yang, L. H., & Tsai, C. C. (2008). Etkin öğrenme stratejilerinin çevrimiçi öğrenme başarısına etkisi. *Educational Technology & Society, 11*(1), 106-119.

Iyamuremye, A., Twagilimana, I., & Niyonzima, F. N. (2025). Investigating the impact of using web-based discussion tools on students' conceptual understanding and 21st century skills development in organic chemistry education. *Education and Information Technologies*. https://doi.org/10.1007/s44217-025-00548-w

İnal, E., & Arslanbaş, F. (2021). Türkçenin yabancı dil olarak uzaktan öğretiminde iletişim odaklı web 2.0 araçları ve uygulama örnekleri. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 16* (Özel Sayı), 228-249.

Jeno, L. M., Nystrand, M., & Linder, C. (2022). AR-supported biology learning: Enhancing students' conceptual explanations. *International Journal of Science Education, 44*(12), 1931–1950. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2067543

Jeno, L. M., Vandvik, V., Eliassen, S., & Grytnes, J. A. (2022). Testing the equality of AR and video instruction in biology learning: A randomized experiment. *Computers & Education, 179*, 104406.

Johnson, D. (2015). Understanding meiosis: Strategies for teaching genetic concepts. Journal of Biological Education, 49(2), 115–127.

Johnson, D. (2016). Understanding meiosis: Strategies for teaching genetic concepts. Journal of Biological Education, 50(1), 45–57.

Johnson, P. (2019). Teachers' perceptions of web-based learning materials in middle school education. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 28*(2), 123–140.

Kabapınar, F. (2005). Effectiveness of teaching via concept cartoons from the point of view of constructivist approach. *Educational Sciences: Theory & Practice, 5*(1), 135–146.

Kadirhanoğulları, M. K., & Köse, E. Ö. (2024). Misconceptions in biology education: A bibliometric analysis. *International Journal of New Science Education (IJONSE), 6*(2), 272–297.

Kalas, P., O'Neill, A., Pollock, C., & Birol, G. (2013). Development of a Meiosis Concept Inventory. *CBE — Life Sciences Education, 12*(4), 655–664. https://doi.org/10.1187/cbe.12-10-0174

Kaplan, M., & Aydın, F. (2023). Biyoloji derslerinde kavram karikatürlerinin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisi. Eğitim Araştırmaları Dergisi, 8(2), 45–62.

Kara, E. (2019). Biyoloji eğitiminde kavram yanılgıları ve giderilmesi. Ankara: Pegem Akademi.

Karadağ, B. F., & Garip, S. (2021). Türkçe öğretiminde web 2.0 uygulaması olarak Learningapps'ın kullanımı. *Çocuk, Edebiyat ve Dil Eğitimi Dergisi, 4*(1), 21-40.

Karadeniz, Ş., & Öztürk, R. (2021). Teknoloji destekli öğrenme ortamlarının öğrenci motivasyonuna etkisi. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 26(3), 311–328.

Karakuş, F., Yıldırım, N., & Demir, S. (2020). Ortaöğretim öğrencilerinin hücre ve hücre bölünmesi konularındaki kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 28*(2), 789-804. https://doi.org/10.24106/kefdergi.707246

Karamete, A., & Yaşar, Ç. (2018). Bilgisayar donanım birimleri ünitesinin öğretimi için materyal tasarımı. *International Journal of Computers in Education (IJCE), 1*(1), 1-13.

Kara, S., & Tekindur, A. (2025). Fen Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları: Güncel Eğilimler Üzerine Bibliyometrik Bir İnceleme. Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 16(2), 3378-3397. https://doi.org/10.51460/baebd.1625997

Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler* (25. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kartal, F., & Saylar, Ö. (2022). Identifying the misconceptions of secondary school 6th, 7th and 8th grade students about heredity. *Journal of Individual Differences in Education, 4*(1), 37–52. https://doi.org/10.47156/jide.1120311

Karslı, G. (2015). Hücre ve bölünmeler ünitesi için başarı testi geliştirme çalışması [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Karyağdı, M., & Aydın, G. (2023). Fen öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen teknoloji destekli kavramsal değişim etkinliklerinin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 68*, 156–184.

Kaya, A., & Karakuş, F. (2021). Fen eğitiminde dijital materyal kullanımının öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisi. *Milli Eğitim Dergisi, 50*(231), 789-812.

Kaya, E., & Karakuş, B. (2021). Web tabanlı öğretim materyallerinin fen eğitiminde kullanımı: Bir meta-sentez. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1-18.

Keogh, B., & Naylor, S. (1999). *Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation.* International Journal of Science Education, 21(4), 431–446. https://doi.org/10.1080/095006999290642

Kılıç, Ç. (2024). Hücre ve bölünmeler ünitesi kapsamında "mobil telefon uygulamaları" ile desteklenmiş öğretim uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel tutum ve bilimsel farkındalık düzeylerine etkisi (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kim, H. Y. (2013). Assessing normal distribution using skewness and kurtosis. *International Journal of Applied Science and Engineering, 11*(2), 151–157.

Kim, K. J., & Bonk, C. J. (2006). *The Future of Online Teaching and Learning in Higher Education: The Survey Says*. EDUCAUSE Quarterly.

Koç, A., & Kanadlı, S. (2025). Effect of interactive learning environments on learning outcomes in science education: A network meta-analysis. *Journal of Science Education and Technology, 34*(2), 112–130.

Korkman, N., & Metin, M. (2021). *The effect of inquiry-based collaborative learning and inquiry-based online collaborative learning on success and permanent learning of students.* Journal of Science Learning, 4(2), 151–159.

Köroğlu, Z. (2019). Fen bilimleri dersinde kavram karikatürlerinin kavramsal anlama üzerindeki etkisi: Hücre ve bölünmeler örneği [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Kumandaş, H. (2015). Kavram çarkı etkinliklerinin öğrencilerin hücre bölünmesi konusundaki kavram yanılgılarına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 16*(3), 129-145.

Kumar, S., & Singh, R. (2020). Understanding cell division: Mitosis vs. meiosis in secondary education. Journal of Biological Education, 54(3), 245–258. https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1712345

Küçükkeskin, E. (2024). 7. sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin ve kavram yanılgılarının belirlenmesi (Yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Küçükkeskin, E., & Kılıç, D. (2024). *Hücre bölünmeleri konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarını belirlemeye yönelik iki aşamalı test geliştirilmesi.* Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 12(1), 99–121. https://doi.org/10.56423/fbod.1380581

Lee, C. J., & Hung, D. (2020). The role of personalized web-based learning environments in improving students' academic outcomes. *Interactive Learning Environments, 28*(6), 745–759. https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558255

Lee, G.-G., Mun, S., Shin, M.-K., & Zhai, X. (2023). Collaborative learning with artificial intelligence speakers (CLAIS): Pre-service elementary science teachers' responses to the prototype. *arXiv:2401.05400.*

Lee, H., & Kim, S. (2017). Using concept cartoons to correct misconceptions in middle school biology. International Journal of Science Education, 39(5), 623–641.

Lee, H., Kim, S., & Park, J. (2023). Collaborative AI-driven learning to address misconceptions in science. *Journal of Science Education and Technology, 32*, 1–15.

Li, H. (2025). *Impact of collaborative learning on student engagement in English programs at public sector colleges*. Journal of Educational Psychology, 117(2), 234–245.

Li, X., & Chen, Y. (2021). Students' understanding of mitosis: Common misconceptions and instructional strategies. Journal of Biological Education, 55(3), 287–299.

Li, X., Huang, J., & Zhao, Q. (2022). Teaching mitosis and meiosis: Addressing students' misconceptions in secondary schools. International Journal of Science Education, 44(10), 1623–1641.

Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4–5), 357–380.

Low, H. C., Lim, S. Y., Lee, J. H., & Tan, A. P. (2025). A preliminary study on diagnosing learning difficulties in cell division topic: Cognitive, motivational, affective, and social dimensions. *International Journal of Educational Research Open*, 4, Article 100786.

Mahardika, I. (2022). Development of web-based interactive learning media using HTML, CSS, JavaScript, and Firebase for teaching magnetism. SAR Journal

of Education,61,37–44. https://www.sarjournal.com/content/61/SARJournalMarch2023_37_44.pdf

Martín-Alguacil, N., & Avedillo, L. (2024). *Student-centered active learning improves performance in solving higher-level cognitive questions in health sciences education.* International Medical Education, 3(3), 346–362. https://doi.org/10.3390/ime3030026

Masayuki, S., Tanaka, H., & Yamada, T. (2021). Tell the difference between mitosis and meiosis: Interplay between chromosomes, cytoskeleton, and cell-cycle regulation. *Frontiers in Cell and Developmental Biology, 9,* 660322. https://doi.org/10.3389/fcell.2021.660322

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.

McDermott, L. C. (1991). Millikan lecture 1990: What we teach and what is learned—Closing the gap. *American Journal of Physics, 59*(4), 301–315.

Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). *"Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies"*. U.S. Department of Education.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2nd ed.). SAGE Publications.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). *"Eğitim Bilişim Ağı (EBA)"*. https://www.eba.gov.tr

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi 7. sınıf öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Minárechová, M. (2016). Using a concept cartoon© method to address elementary school students' ideas about natural phenomena. *European Journal of Science and Mathematics Education,* 4(2), 214–228. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1107824.pdf

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record,* 108(6), 1017–1054.

Moreno, R., & Mayer, R. E. (2010). Techniques that reduce extraneous cognitive load and manage intrinsic cognitive load in multimedia learning. In *Cognitive Load Theory* (pp. 131–152). Cambridge University Press.

Ningrum, D. (2024). A systematic review of web-based learning sites and students' science achievement. International Journal of Science Education Research, 12(1), 1–19. https://journal.ia-education.com/index.php/ijorer/article/view/445

Ng, W. (2012). Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & Education*, 59(3), 1065–1078. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.016

Novak, J. D. (1998). Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Lawrence Erlbaum Associates*.

Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.

OECD. (2021). *The Digital Education Outlook 2021: Shaping the Future of Digital Education*. OECD Publishing.

OECD. (2021). *The State of Global Education: 18 Months into the Pandemic*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1a23bb23-en

OECD. (2021). *The state of school education: One year into the COVID pandemic*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/201dde84-en

Orhan, A. T., & Durak Men, D. (2018). *Web tabanlı öğretimin fen dersi başarısına ve fen dersine yönelik tutuma etkisi: Bir meta analiz çalışması.* Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**,** 16(3), 245–284.

Özdemir, M. (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğrenmeye yönelik deneysel çalışmalar: Sistematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 609-632. https://doi.org/10.17860/mersinefd.336746

Pacaci, C., et al. (2024). Effectiveness of conceptual change strategies in science education: A meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(5), 1-22. https://doi.org/10.1002/tea.21887

Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step-by-step guide to data analysis using IBM SPSS* (7. baskı). Routledge.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66(2), 211–227. https://doi.org/10.1002/sce.3730660207

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On The Horizon*, *9*(5), 1-6.

Purnama, H. I. (2023). *Web-based e-learning in elementary school: A systematic review.* Journal of Information & Visualization (JOIV), 2(3), Article 1203.

Putra, R. (2021). Designing interactive web-based multimedia learning for elementary school students. Atlantis Press Proceedings of ICITE 2021, 125–132. https://www.atlantis-press.com/proceedings/icite-21/125965594

Pürbudak, A. (2020). *Web 2.0 temelli işbirlikli grup etkinliklerinin öğrenme stilleri bağlamında deneysel olarak incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

P21. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. Partnership for 21st Century Skills.

Quiver. (2025). *Quiver Vision: Augmented reality learning tools*. Quiver Vision. https://www.quivervision.com

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education. *Computers & Education*, 147, 103778. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Rahim, A. (2023). Science teachers' perceptions of web-based learning using Google Sites in classroom instruction. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/370421669_Science_Teachers%27_Perceptions_of_Web-Based_Learning

Redecker, C., & Punie, Y. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/159770

Sadava, D., Hillis, D. M., Heller, H. C., & Berenbaum, M. R. (2020). *Life: The Science of Biology* (12th ed.). Sinauer Associates.

Seßler, K., Bewersdorff, A., Nerdel, C., & Kasneci, E. (2025). *Towards adaptive feedback with AI: Comparing the feedback quality of LLMs and teachers on experimentation protocols* (preprint). arXiv. https://arxiv.org/abs/2502.12842

Selwyn, N. (2022). *Education and technology: Key issues and debates* (3rd ed.). Bloomsbury.

Schophuizen, M., Kreijns, K., Stoyanov, S., Rosas, S., & Kalz, M. (2021). Does project focus influence challenges and opportunities of open online education? A sub-group analysis of group-concept mapping data. *Journal of Computing in Higher Education, 33*(2), 255–280. https://doi.org/10.1007/s12528-020-09264-w

Shaka, C., Kaçmaz, E. S., & Uçak, E. (2025). Levels of artificial intelligence-technological pedagogical content knowledge (AI TPACK) of science teachers. *Maltepe Üniversitesi (Yüksek Lisans Tezi).*

Shamsudin, N. H., Balasuntram, R., Jeram, E. H., & Devadas, L. (2020). *Interactive Courseware: Untangle the Misconceptions in Cell Division*. *Journal of Management & Science, 18*(2), 31–39. https://doi.org/10.57002/jms.v18i2.247

Shofiyah, N., Jatmiko, B., Suprapto, N., Prahani, B. K., & Anggraeni, D. M. (2025). *The use of technology to scientific reasoning in science education: A bibliometric and content analysis of research papers*. Social Sciences & Humanities Open, 11, 101534. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101534

Shrestha, L., & Acharya, K. P. (2024). Effectiveness of constructivist methods of science learning at secondary schools in Nepal. *Innovative Research Journal, 3*(2), 48–62. https://doi.org/10.3126/irj.v3i2.79484

Siantuba, J., et al. (2023). The impact of an online inquiry-based learning environment on students' conceptual understanding. *Smart Learning Environments*, 10(1), 1-16. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00236-y

Siemens, G. (2019). Learning analytics and open, flexible, and distance learning. *Distance Education, 40*(3), 414–418. https://doi.org/10.1080/01587919.2019.1656153

Sinaga, H. (2022). The effect of electronic interactive instructional materials delivered via mobile phones on students' science learning processes. Procedia Computer Science, 197, 415–422. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871187122000694

Smith, A. (2018). The role of digital tools in modern pedagogy. *Technology, Pedagogy and Education, 27*(1), 3–19.

Smith, B. K., & Krajcik, J. S. (2005). The impact of assessment research on science education. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(9), 959–964.

Staneviciene, E. (2025). *The use of multimedia in the teaching and learning processes.* Sustainability, 17(19), 8859. https://doi.org/10.3390/su17198859

Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2014). Technology-enhanced learning in science, technology, and mathematics education: Results on supporting student learning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 112*, 358–366.

Stepanyuk, O., Ivanova, N., & Petrova, S. (2024). The use of LearningApps.org in biology education: Effects on students' learning outcomes. Journal of Educational Technology, 15(3), 45–58. https://journal.ia-education.com/index.php/ijoter/article/view/445

Stewart, J., Passmore, C., & Trubshaw, J. (2021). Investigating high school students' misconceptions of cell division. *Journal of Biological Education, 55*(2), 150–174.

Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices into teaching on learning performance: A meta-analysis. *Computers & Education*, 94, 252–275.

Susanti, E. R., Suryati, N. & Astuti, U. P. (2021). *Students' Perception on the Utilization of Learningapps.org for Self-Study Materials*. International Seminar on Language, Education, and Culture (ISoLEC 2021),612, 86-90.

Susanti, D., Suryati, N., & Astuti, R. (2021). *Interactive learning using LearningApps in classroom settings*. Journal of Educational Technology, 12(2), 34–50.

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In J. Mestre & B. Ross (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 55, pp. 37–76). Academic Press.

Şahin, Ç., & Yıldırım, H. İ. (2020). Fen öğretiminde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı: Bir meta-analiz çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35*(3), 512-530.

Şahin, F. (2022). 7. sınıf fen bilimleri dersi hücre ve bölünmeler ünitesinde LearningApps uygulaması kullanımının öğrencilerin başarı ve derse yönelik tutumlarına etkisi (Yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şahin, G. (2024). Mitoz ve mayoz kavramlarının öğrenilmesinde kavram karikatürü uygulamalarının etkisi. Uluslararası Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 15(1), 88–105.

Şahin, İ., & Arcagök, S. (2018). *Öğretmenlerin Eğitimde Teknoloji Kullanımı Üzerine Bir Araştırma: Balıkesir İli Örneği*. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.

Şanlıtürk, A. D., & Zeybek, G. (2022). *The effect of using digital concept cartoons in science lesson on students' achievement.* Journal of Science Learning, 5(1), 1–13. https://doi.org/10.17509/jsl.v5i1.32097

Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2016). *Eğitimde Araştırma Yöntemleri.* Seçkin Yayıncılık.

Taber, K. S. (2001). Building scientific literacy: How can research on student cognition in science education contribute? *International Journal of Science Education, 23*(8), 735–750.

Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed.). Sage Publications.

Taylor, R. (2017). Online learning platforms and the management of learning processes. *Educational Management Administration & Leadership, 45*(5), 851–868.

Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*, 259-266.

Teplá, M. (2025). *The impact of long-term inquiry-based science education on student motivation and knowledge acquisition*. Nature Human Behaviour, 9(4), 567–579.

Tosun, İ. E. (2025). Hücre ve bölünmeler ünitesi için geliştirilen Web 2.0 aracının öğrencilerin akademik başarılarına uzamsal görsel algılarına ve kavramsal öğrenmelerine etkisi (Doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education, 10*(2), 159–169. https://doi.org/10.1080/0950069880100204

Usta, M. (2024). Web 2.0 araçlarının hücre ve bölünmeler ünitesindeki başarıya ve öz düzenlemeli öğrenme becerilerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Uzorka, A., & Odebiyi, O. A. (2025). *Impact of digital learning tools on student engagement and achievement*. *Journal of Digital Learning and Distance Education, 4*(1), 1436–1445. https://doi.org/10.56778/jdlde.v4i1.511

Ünlü, Z., & Eroğlu, M. (2019). Kavram karikatürlerinin fen öğretiminde kavram yanılgılarının belirlenmesinde kullanımı. Turkish Journal of Education, 8(1), 34-50.

Valerievna, K. (2019). Create an application grid in Learningapps.org for the course "Intelligent Technologies in Management". *Постулат*(12), 1-6. http://www.epostulat.ru/index.php/Postulat/article/view/2916/2960

Van Deursen, A. J., & Helsper, E. J. (2018). The third-level digital divide: Who benefits most from being online? *Communication and Information Technologies Annual, 14*, 29–52.

Van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity Press.

Varina, H. B., Osadchyi, V. V., Shevchenko, S. V., Averina, K. S., & Lavrov, E. A. (2020). *Peculiarities of using LearningApps service in the process of developing a motivational component of professional training of future professionals in terms of adaptive learning.* In *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology (AET 2020)* (pp. 416–424). https://www.scitepress.org/publishedPapers/2020/109323/pdf/index.html

Viktorovna, S., Andreevich, E., & Vladimirovna, E. (2018). Interactive applications in learningapps.org for the self-control of knowledge on mathematics. *Постулат*(5), 1-7. http://epostulat.ru/index.php/Postulat/article/view/1483/1515

Vosniadou, S. (2013). *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed.). Routledge.

Wang, L., Chen, Y., & Zhang, H. (2021). Chromosome number maintenance during mitotic cell division: Insights for teaching biology concepts. Advances in Cell Biology Education, 12(2), 67–80.

Wahidin, W., Gutierrez, G., Osman, K., Akkapin, S., & Tan, M. L. T. (2025). *Digital simulations in science learning: A student perspective on interactive engagement, conceptual understanding, and learning satisfaction.* International Journal of Educational Qualitative Quantitative Research, 4(1), 36–46.

Wilder, A., & Brinkerhoff, J. (2007). *Supporting representational competence in high school biology with computer-based biomolecular visualizations.* Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 26(1), 5–26

Yalçın, S. (2022). Arapça kelime öğretiminde web 2.0 araçlarının önemi ve materyal hazırlama uygulamaları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, GEFAD-YABDİLSEM*, 517-538.

Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martinez-Maldonado, R., Chen, G., Li, X., Jin, Y., & Gašević, D. (2023). Practical and ethical challenges of large language models in education: A systematic scoping review. *arXiv:2303.13379.*

Yerzhanova, G., & Maketova, M. (2018). Efficient ways of using information and communication technology service LearningApps.org at geography lessons. *Bulletin of the Karaganda University "Biology Medicine Geography" Series, 89*(1), 82–88. https://doi.org/10.31489/2018bmg1/82-88

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (12. Baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldız, A., & Aksu, M. (2012). İlköğretim öğrencilerinin hücre ve genetik konularındaki kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim, 37*(165), 45–57.

Yıldız, N., & Şahin, F. (2022). Kavram karikatürlerinin ortaokul öğrencilerinin biyoloji konularını öğrenmelerine etkisi. Educational Research and Practice, 12(4), 77-95.

Yıldırım, S., & Demir, H. (2021). Fen bilgisi öğretiminde kavramsal gelişim ve değerlendirme. İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.

Yücel, M., Şimşek, Y., & Kan, K. (2022). Constructivist approaches in science education: A systematic review. *Ulusal Eğitim Dergisi, 50*(3), 101–125.

Zimmerman, B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A social cognitive career path. *Educational Psychologist*, 48(3), 135–147.

Zhai, X., & Wagh, A. (2024). AI-based scaffolding for science learning: A meta-synthesis. *Computers & Education, 205*, 104868.

Zhang, B., & Linn, M. C. (2023). Digital reasoning tools for supporting complex biological learning. *Computers in Human Behavior, 146*, 107729.

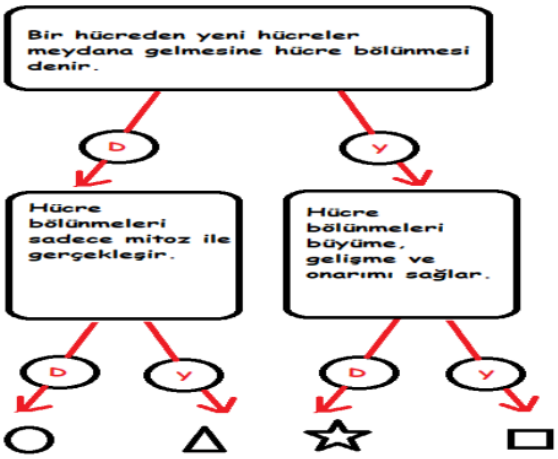
Zhang, Y., & Linn, M. C. (2023). Enhancing molecular genetics learning with digital reasoning tools. *Science Education, 107*(2), 401–431.

Zhao, M., Liu, F., & Sun, Y. (2021). Strategies to improve conceptual understanding of chromosome dynamics in mitosis. Education in the Life Sciences, 7(1), 45–59.

A

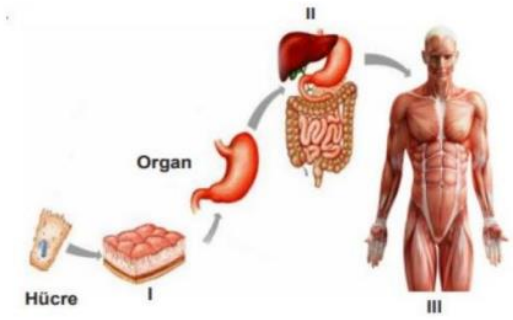
HÜCRE VE BÖLÜNMELER ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ

BAŞARI TESTİ



Soru 1. Yukarıdaki bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yolunu takip ederek ilerleyen ve hiç hata yapmayan bir kişi hangi çıkışa ulaşır?

A) ○ **B)** △ **C)** ☆ **D)** □



Soru 2. Yukarıda bazı yapılar ve aralarındaki ilişkiyi gösteren şekiller verilmiştir. Numaralandırılmış yapılar aşağıdaki cümlelerle eşleştirildiğinde hangi seçenek açıkta kalır?

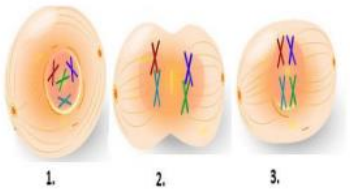
A) Görevleri benzer hücrelerden oluşmuştur.

B) Canlının en küçük yapı birimidir.

C) Aynı amaç için bir yapı içinde çalışan organların bütünüdür.

D) Canlıyı oluşturan tüm sistemlerin birleşimidir.

Soru 3. Yandaki şekilde bir hücre bölünmesi sırasında gerçekleşen evreler verilmiştir. Buna göre evrelerin gerçekleşme sırası aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?



A) 1-3-2 **B)** 2-1-3
C) 3-1-2 **D)** 2-3-1

Soru 4. Fen Bilimleri öğretmeni Gülsün öğretmen bitki hücreleri hakkında bir bilgi vermiştir.

- ***Bitki hücrelerinde meydana gelen sitoplazma bölünmesinde.....?..... oluşumu gözlenir.***

Buna göre, ? işareti ile gösterilen kısma aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?



A) Ara lamel oluşumu **B)** Boğumlanma **C)** Parça değişimi **D)** Ara evre oluşumu

Soru 5. Kromozom sayısı 74 olan bir köpeğin mide hücresinin art arda 3 kez mitoz geçirmesi sonucu oluşan hücrelerdeki kromozom sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 32 **B)**6 **C)**8 **D)**74

Soru 6. Yedinci sınıf öğrencilerinden Berfin ve Nazlı hazırladıkları hücre modelleriyle ilgili "Ben kimim?" oyunu oynamaktadırlar.



1. model 2. model

Berfin:
Benim modelimdeki X organelim, senin hücre modeline göre büyük ve az sayıdadır.

Nazlı:
Benim modelimdeki Y organelim senin modelinde yok.

Berfin:
Benim Z organelim, besin ve oksijen üretir.

Verilen öğrenci diyaloglarından yola çıkarak aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

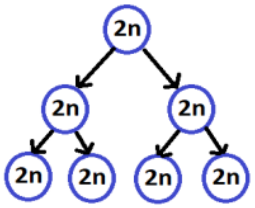
A) Z organeli depo organelidir.

B) T organeli kloroplasttır ve 2. modelde bulunur.

C) Berfin'in hücre modeli 1, Nazlı'nın hücre modeli 2. modeldir.

D) Y organeli hücre bölünmesinde görev alır.

Soru 7. Yandaki şekilde gösterilen hücre bölünmesi sonucu aşağıdakilerden hangisi <u>gerçekleşmez?</u>



A) Dişi ve erkek organların büyümesini sağlar.
B) Kırık kolun iyileşmesini sağlar.
C) Üreme ana hücrelerinden üreme hücrelerinin oluşmasını sağlar.
D) Spor yapan birinin kaslarının gelişmesini sağlar.

Soru 8. Alpaslan Ortaokulu müdürü Emin öğretmen öğrencilerine "Çocuklar okuldaki görevimi düşündüğünüzde beni hücrenin hangi kısmına benzetebilirsiniz?" diye sorar. Öğrencilerin verdiği cevap aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?



A) Mitokondri
B) Çekirdek
C) Sitoplazma
D) Hücre zarı

Soru 9.

I. Sonuçta kalıtsal özellikleri birbirinin aynı iki yeni hücre oluşur.
II. Kromozom sayısı değişir.
III. Bütün canlılarda görülür.
IV. Bölünme iki aşamada gerçekleşir.

Yukarıdaki özelliklerden hangisi mitoz bölünmeye ait değildir?

A) II ve III **B)** II ve IV **C)** I ve III **D)** I, II, III ve IV

Soru 10. "*Mitoz bölünme tek hücreli canlılarda üremeyi; çok hücreli canlılarda büyüme, gelişme ve onarımı sağlar*". Mitoz bölünmeye ait bu bilgiye göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

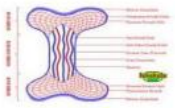
A) Bacağı kırılan Merve'nin bir süre sonra yeniden yürümesi
B) Serkan'ı uzun zamandır görmeyen kuzeninin boyunun uzadığını söylemesi
C) Elma ağacından elma meyvesinin oluşması
D) Serhat'ın bebeklik fotoğraflarına bakarak ne kadar değiştiğini söylemesi

Soru 11.

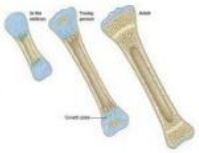
İskelet sistemi



Kemik doku



kemik



Kemik hücresi



Yukarıda bir canlıyı oluşturan yapılar karışık olarak verilmiştir. Buna göre, bu yapılar <u>karmaşıktan basite doğru</u> sıralandığında, 3. sıraya aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

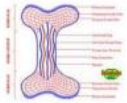
A) Kemik hücresi



B) İskelet sistemi



C) Kemik doku



D) kemik



Soru 12. Aşağıdakilerden hangisi bitki ve hayvan hücrelerindeki farklılıklardan biri <u>değildir</u>?

A) Hayvan hücresinde lizozom vardır, gelişmiş bitki hücresinde yoktur.
B) Bitki hücresi köşeli yapıdadır hayvan hücresi yuvarlaktır.
C) Bitki hücresi fotosentez yapabilir hayvan hücresi fotosentez yapamaz.
D) Hayvan hücresinde hücre zarı vardır bitki hücresinde hücre zarı yoktur.

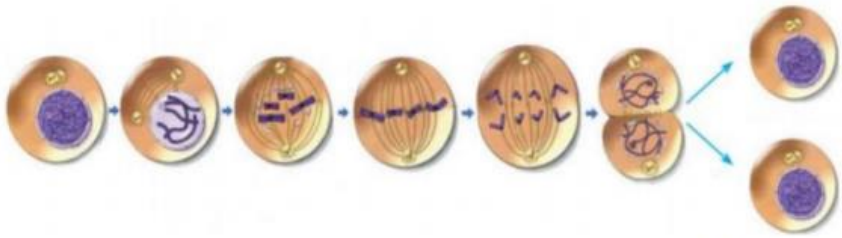
Soru 13.

I. Hücre bölünmesi tüm canlılarda görülür.
II. Hücre bölünmesi sitoplazmada başlar, çekirdekte devam eder.
III. Hücreler her istediği zaman bölünebilirler.
IV. Bir hücreden yeni hücreler meydana gelmesine hücre bölünmesi denir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) II ve III **B)** I ve IV **C)** I ve III **D)** I, II, III ve IV

Soru 14.



Yukarıda görseli verilen mitoz bölünmenin evrelerinin açıklamalarını seksek oyununun içine yazan Selma, taşını attığında 2 numaraya denk gelmiştir.



Buna göre, Selma'nın taşının denk geldiği mitoz bölünme evresi aşağıdakilerden hangisidir?

A) 

B) 

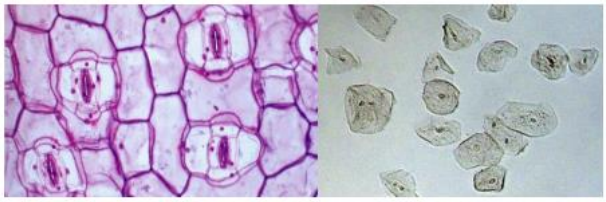
C) 

D) 

Soru 15. Kromozom sayısı 2n=60 olan bir hücre arka arkaya 3 kez mitoz, 1 kez mayoz bölünme geçiriyor. Bölünme sonucunda oluşan hücre sayısı ve hücrelerdeki kromozom sayısı kaçtır?

	Kromozom sayısı	Hücre sayısı
A)	60	32
B)	60	8
C)	30	8
D)	30	32

Soru 16. Eyüp ve Ömür mikroskopta çeşitli hücreleri incelemektedir. İki arkadaşın mikroskop görüntüleri aşağıda verilmiştir.



Eyüp Ömür

Buna göre bu görüntüler aşağıdaki canlılardan hangisine ait olabilir?

	Eyüp	**Ömür**
A)	Kivi	Portakal
B)	Yaprak	Lahana
C)	Papatya	Fare
D)	Kelebek	Deri

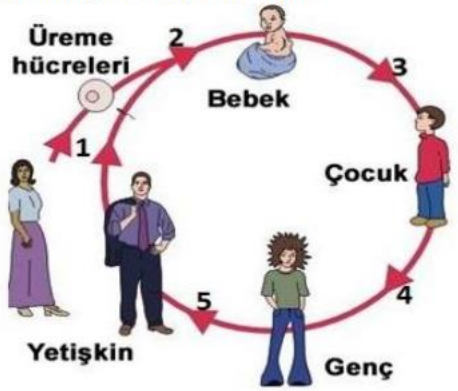
Soru 17. Aşağıdakilerden hangisi mayoz bölünmenin canlılar için önemli olan özelliklerinden birisi değildir?

A) Mayoz bölünme sayesinde üreme hücreleri oluşur.
B) Mayoz bölünme ile tür içi çeşitlilik meydana gelir.
C) Döllenme ile beraber tür içi kromozom sayısının sabit kalmasını sağlar.
D) Canlıların yaşamı boyunca devam eder.

Soru 18.Hücre hakkındaki bilgilerimizin gelişimi mikroskobun keşfi ve geliştirilmesi ile ilişkilidir. Aşağıdaki mikroskoplardan hangisi hücreyi çok daha detaylı incelememize yardımcı olur?

A) Robert Hooke 'un mikroskobu
B) Antonie Van Leeuwenhoek 'un mikroskobu
C) Elektron mikroskobu
D) Işık mikroskobu

Soru 19. Aşağıda Genco'nun yaşam döngüsü verilmiştir. Yaşam döngüsünde 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralar ile gösterilen olaylar hangisinde doğru verilmiştir?



	1	2	3	4	5
A)	Mayoz	Döllenme	Mitoz	Mitoz	Mitoz
B)	Mayoz	Mitoz	Mitoz	Mitoz	Mitoz
C)	Mayoz	Mayoz	Mayoz	Döllenme	Mitoz
D)	Mitoz	Mitoz	Mayoz	Döllenme	Mayoz

Soru 20. Aşağıdaki diyagramda insanın yaşam döngüsüne ait bir bölüm verilmiştir. Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?



A) 1 numaralı olay gerçekleşirken, hücrenin kromozom sayısı yarıya iner.

B) 2 numaralı olay tek hücreli canlılarda üremeyi sağlar.

C) 3 numaralı olay tür içi kalıtsal çeşitliğe katkı sağlar.

D) 4 numaralı olay mitoz bölünmedir.

Soru 21. Aşağıdakilerden hangisi "hücre" ile ilgili yanlış bir bilgidir?

A) Bütün canlılar bir veya birden çok hücreden meydana gelmiştir.

B) Hücrelerin bölünmesiyle yeni hücreler meydana gelir.

C) Hücreler canlının en temel yapıtaşıdır.

D) Bütün insanlarda bulunan toplam hücre sayısı aynıdır.

Soru 22. Aşağıdaki metinde mayoz bölünme ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir. Rabia cümlelerin doğru veya yanlış olduğunu tabloda işaretleyecek ve bulduğu her yanlış cümle için 5 puan alacaktır.

	Mayoz Bölünme	D	Y
1.	Eşeyli üreyen canlılarda görülen bir bölünmedir.		
2.	Sperm, yumurta, polen gibi üreme hücrelerinde gerçekleşir.		
3.	Bölünme sonunda 4 yeni hücre oluşur.		
4.	Tür içinde kromozom sayısının nesiller boyu sabit kalmasını sağlar.		
5.	Tek aşamada gerçekleşir.		
6.	Kalıtsal çeşitlilik sağlamaz.		

Buna göre Rabia bu tablodan kaç puan almıştır?

A) 5 **B)** 10 **C)** 15 **D)** 20

Soru 23. Kromozom sayısı 2n olan bir hücre iki defa art arda mitoz geçirmesi sonucunda aşağıdakilerden hangisi meydana gelir?

A) Oluşan hücrelerin kromozom sayısı yarıya iner.
B) Oluşan hücrelerin kromozom sayısı artar.
C) Oluşan hücrelerin kromozom sayısı değişmez.
D) Oluşan hücrelerin genetik yapısı bölünmeyi geçiren hücrelerden farklıdır.

Soru 24. Öğrencilerine yandaki soruyu soran Selda öğretmene cevap veren öğrencilerden hangisinin cevabı yanlıştır?



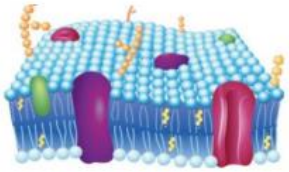
A)  Akif — Tür içi kalıtsal çeşitlilik olmaz, çoğu insan birbirine benzerdi.

B)  Merve — Örneğin annemizle sesimiz aynı olabilirdi.

C)  Semih — Kardeşimizle tıpatıp aynı olabilirdik.

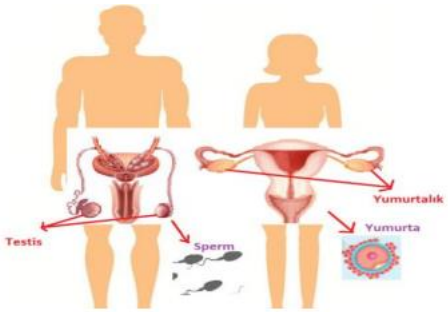
D)  Şirin — Tür içi kromozom sayısı sabit kalmazdı.

Soru 25. Aşağıdaki şekilde görülen hücre zarı ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?



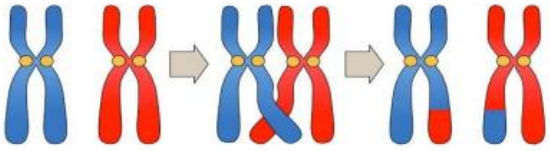
A) Seçici-geçirgen yapıdadır.
B) Cansızdır.
C) Sadece hayvan hücresinde bulunur.
D) Sert bir yapıya sahiptir.

Soru 26. Yandaki model ile ilgili öğrencilerin verdikleri bilgilerden hangisi yanlıştır?



A)		Arda	Oluşan sperm ve yumurta hücreleri, üreme ana hücrelerinin mayoz bölünme geçirmesi sonucu oluşur.
B)		Şirin	Mayoz bölünme üreme ana hücrelerinde görülür.
C)		Mert	Oluşan üreme hücrelerin kromozom sayıları birbirine eşittir.
D)		Tuana	Üreme hücrelerinin genetik yapısı birbirleri ile aynıdır.

Soru 27. Aşağıda bir hücre bölünmesi sırasında gerçekleşen bir olay verilmiştir.

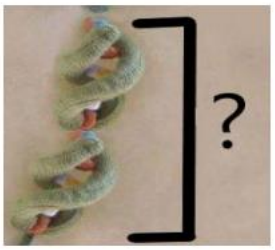


Bu olay ile ilgili;
I- Kalıtsal çeşitlilik sağlar.
II- Mitoz ve mayoz bölünmede ortaktır.
III- Parça değişimi adı verilir.
verilenlerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I **B)** II ve III **C)** I ve III **D)** I, II ve III

Soru 28. Salih Kromozom, DNA ve Gen kavramlarını aşağıdaki gibi modellemek istiyor.





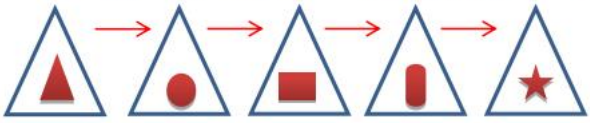


Salih'in modeline göre aşağıdaki kavramlar hangi seçenekte doğru sıralanmıştır?

Kromozom	..?..
DNA	..?..
Gen	..?..

A) 1-2-3 **B)** 2-3-1 **C)** 1-3-2 **D)** 2-1-3

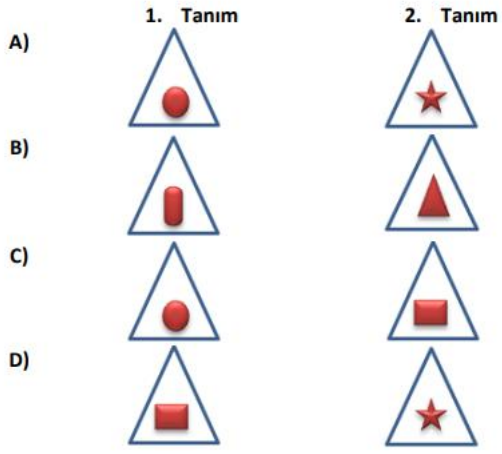
Soru 29. Bir organizmanın oluşumu basitten karmaşığa doğru şekildeki gibi modelleniyor.



1. Tanım: Belirli bir görevi yapmak için bir araya gelen hücre topluluklarıdır.

2. Tanım: Vücuttaki tüm sistemlerden oluşur.

Buna göre, verilen tanımları temsil eden model aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?



Soru 30. Esra Fen Bilimleri dersinde sınıfa mitoz bölünmenin 3 evresine ait poster getirmiş ve bu evreler ile ilgili arkadaşlarına bilgiler vermiştir.



Buna göre;

I. A evresinde kromozomlar iğ iplikleri sayesinde hücrenin ortasına dizilir.
II. C evresinde sitoplazma bölünmesi boğumlanarak gerçekleşen bir bitki hücresi görülmektedir.
III. B evresinde kardeş kromatitler birbirinden ayrılarak zıt kutuplara çekilirler.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I **B)** Yalnız II **C)** I ve III **D)** I, II ve III

Soru 31. Hücrenin keşfi ve hücre ile ilgili ilk çalışmalar 17. yüzyılda mikroskobun icat edilmesi ve geliştirilmesiyle başlamıştır. Hücre terimi ilk kez Robert Hooke tarafından kullanılmıştır. Hooke, şişe mantarından kesit alıp geliştirdiği basit düzeydeki mikroskopla incelendiğinde bal peteğini andıran boşluklar gördü. Hooke bu odacıklara cellula (hücre) adı verdi ama aslında gördüğü şey hücre değil ölü hücre çeperleriydi.

Hooke bu çalışmaları sürdürürken Antonie van Leeuwenhoek, kendi yaptığı mikroskopla havuz suyundan aldığı örnekte bakteri gibi mikroskobik canlıları görmeyi başardı. Çünkü Leeuwenhoek'un yaptığı mikroskop daha fazla büyütme yapabilen bir özelliğe sahipti. Ayrıca Leeuwenhoek insan kanındaki alyuvar hücrelerini ilk kez gözlemleyen ve tanımlayan bilim insanı olarak tarihe geçti. Hücre ile ilgili bilgiler elektron mikroskobu ile arttı. Sonraki yıllarda Schleiden tek hücrelilerden insanlara kadar her canlının hücrelerden meydana geldiğini kanıtladı. O zamandan bu zamana hücre ile ilgili daha fazla bilgiye sahibiz.

Yukarıda verilen parçaya göre aşağıdakilerden hangisi <u>çıkarılamaz?</u>

A) Hücre ile ilgili bilgiler tarihsel bir gelişim izler.

B) Hücre ile ilgili bütün bilgilerimizi mikroskoba borçluyuz.

C) Bilimsel bilgi kesin sonuçlara dayanır ve değişmez.

D) Elektron mikroskobu ile hücre hakkında daha ayrıntılı bilgiler elde edildi.

Soru 32. Meryem halkoyunları oynamayı çok sevmektedir. Ders dışı etkinliklerinde halkoyunu kulübüne kayıt yaptırarak derslerden sonra halkoyunu oynamaktadır. Bu yüzden bolca enerjiye ihtiyaç duyan Meryem'in kas hücrelerinde en çok hangi organel bulunmaktadır?

A)  Mitokondri	**B)**  Golgi Cisimciği
C)  Lizozom	**D)**  Hücre Çeperi

Soru 33. Hücre bölünmesinin amacı, bölünmenin gerçekleştiği canlıya veya hücreye göre büyüme ve gelişmeyi, yenilenmeyi, yenilenme veya üremeyi sağlamaktır.

Aşağıdakilerden hangisinde hücre bölünmesi üremeyi sağlar?

A) Söğüt ağacından koparılan bir dalın toprağa dikilmesi
B) Kesilen parmağın iyileşmesi
C) Boy uzaması
D) Kertenkelenin kopan kuyruğunu onarması

Soru 34.



Öğretmenin sorusuna göre Ergin'in cevapları hakkında aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

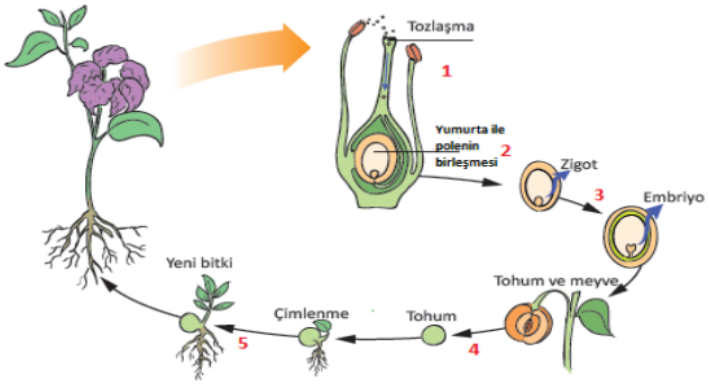
A) Oluşan hücre sayısını yanlış ancak kromozom sayılarını doğru söylemiştir.

B) Oluşan hücre sayısını ve kromozom sayılarını yanlış söylemiştir.

C) Oluşan hücre sayısını ve kromozom sayılarını doğru söylemiştir.

D) Oluşan hücre sayısını doğru ancak kromozom sayılarını yanlış söylemiştir.

Soru 35. Aşağıda bir bitkinin yaşam döngüsü verilmiştir. Yaşam döngüsünde 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralar ile gösterilen olaylar hangisinde doğru verilmiştir?



	1	2	3	4	5
A)	Mayoz	Döllenme	Mitoz	Mitoz	Mitoz
B)	Mayoz	Mitoz	Mitoz	Mitoz	Mitoz
C)	Mayoz	Mayoz	Mayoz	Döllenme	Mitoz
D)	Mitoz	Mitoz	Mayoz	Döllenme	Mayoz

Soru 36. Aşağıda kavramlarla ilgili bazı özellikler verilmiştir.

- **DNA üzerindeki anlamlı birimlere denir**
- **Bölünme sırasında kısalıp kalınlaşarak bazı proteinlerle beraber oluşturduğu yapıya denir**
- **Hücrenin tüm yaşamsal faaliyetlerinden sorumludur.**

Buna göre yukarıda aşağıdaki kavramlardan hangisine ait bilgi verilmemiştir.

A) Gen **B)** DNA **C)** Kromozom **D)** Hücre

CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
B	B	A	A	D	C	C	B	B	C	C	D	B	B	D	C	D	C
19	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
A	B	D	C	C	D	A	D	C	C	A	C	C	A	A	D	A	D

B
HÜCRE VE BÖLÜNMELER ÜNİTESİ
KAVRAM KARİKATÜRÜ

1. Karikatür:



Arkadaşlar mitoz bölünme sonucu 4 yeni hücre oluşur.

AZRA



Yanılıyorsunuz dostlarım mitoz bölünme sonucu iki

BURCU



Hayır bence mitoz bölünme sonucu tek yeni hücre oluşur

CEMRE

Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

2. Karikatür:



Mitoz bölünme sonucu hücrelerin kromozom sayısı yarıya iner.

AHMET



Bence mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı sabit kalır, değişmez.

BERFİN



Hayır bence mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı iki katına çıkar.

CEYDA

Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

3. Karikatür:



Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

4. Karikatür:



Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……..

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

5.Karikatür:



Bizim farklı özellikte olmamızı sağlayan parça değişimi mitoz bölünme esnasında gerçekleşir

ALİ



Hayır bence farklı özellikte olmamızı sağlayan parça değişimi mayoz 2 aşamasında gerçekleşir.

BUSE



Bence farklı özellikte olmamızı sağlayan parça değişimi mayoz 1 aşamasında gerçekleşir.

CANER

Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……..

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

6.Karikatür:



Dostlarım mayoz 1 aşamasında kromozom sayısı yarıya iner

AYŞE



Bence mayoz 1 aşamasında kromozom sayısı sabit kalır.

BUKET



Arkadaşlar mayoz 1 aşamasında kromozom sayısı iki katına çıkar.

ÇİĞDEM

Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……..

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

7.Karikatür:



Mayoz bölünme sonucu dört yeni hücre oluşur

ARZU



Bence mayoz bölünme sonucu iki yeni hücre oluşur.

BAHAR



Hayır bence mayoz bölünme sonucu sekiz yeni hücre oluşur.

CESUR

Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……..

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

8.Karikatür:



Mayoz bölünme yaraların onarılmasını sağlarken mitoz bölünme ise eşey hücrelerinde üremeyi sağlar.

AYCAN



Hayır bence mayoz bölünme eşey hücrelerinde üremeyi sağlarken mitoz bölünme ise yaraların onarılmasını sağlar.

BANU



Bence mitoz bölünmede mayoz bölünmede her iki özelliğe sahiptir.

ÇİSEM

Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
……..

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

9.Karikatür:



Arkadaşlar mitoz bölünme eşey ana hücrelerinde mayoz bölünme ise vücut hücrelerinde görülür.

AHU



Bence her iki bölünmede eşey hücrelerinde görülür.

BERİL



Hayır bence mitoz bölünme vücut hücrelerinde, mayoz bölünme ise eşey ana hücrelerinde görülür.

CANDAN

Hangi öğrencinin iddiasını destekliyorsunuz?

……
…..

Desteklediğiniz iddianın nedenini açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

Cevap Anahtarı								
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Burcu	Berfin	Cemil	Ayça	Caner	Ayşe	Arzu	Banu	Candan

C
YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME SORULARI

Ders sonunda uygulanacak yarı yapılandırılmış görüşme soruları aşağıda verildiği gibidir;

g) Hayvan ve bitki hücrelerini temel kısımları (hücre zarı, sitoplazma, çekirdek) açısından karşılaştırarak temel görevlerini belirtin.

h) Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklarken, bu kavramların tanımlarına ve aralarındaki ilişkilere örnekler verin.

i) Mitozun canlılar için neden önemli olduğunu açıklayın.

j) Mayozun canlılar için neden önemli olduğunu açıklayın.

k) Üreme ana hücrelerinde mayozun gerçekleşme şeklini belirtmeden, sadece sperm ve yumurta oluşumlarına değinerek açıklayın.

l) Mayoz ve mitoz arasındaki farkları belirtirken, bölünme evrelerine odaklanmadan temel farklılıkları açıklayın.

Deney grubu öğrencilerine ek olarak şu sorular yöneltilmiştir;

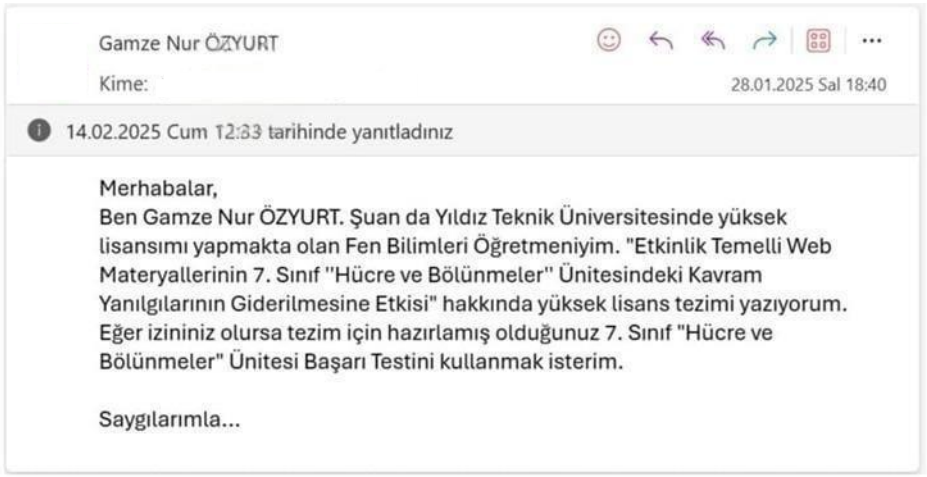
e) Web tabanlı materyalleri kullanırken teknolojiyi (bilgisayar, tablet, internet) kullanma becerilerinizi nasıl değerlendirirsiniz? Bu süreçte kendinizi rahat hissettiniz mi, yoksa zorlandınız mı?

f) Web destekli materyallerle işlenen hücre ve bölünmeler konusunu öğrenme sürecinizi nasıl etkiledi? Dersin anlaşılmasını kolaylaştırdı mı? Neden?

g) Mitoz ve mayoz konularını öğrenirken web materyallerini kullanmak motivasyonunuzu nasıl etkiledi? Ders sırasında keyif aldınız mı, zorlandınız mı?

h) Ders sürecinde web destekli materyallerden kaynaklı karşılaştığınız güçlükler nelerdi? Bu güçlükleri aşmak için neler yaptınız?

D
ÖLÇEK İZİNLERİ



Gamze Nur ÖZYURT

Kime:

28.01.2025 Sal 18:40

14.02.2025 Cum 12:33 tarihinde yanıtladınız

Merhabalar,
Ben Gamze Nur ÖZYURT. Şuan da Yıldız Teknik Üniversitesinde yüksek lisansımı yapmakta olan Fen Bilimleri Öğretmeniyim. "Etkinlik Temelli Web Materyallerinin 7. Sınıf "Hücre ve Bölünmeler" Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi" hakkında yüksek lisans tezimi yazıyorum. Eğer izininiz olursa tezim için hazırlamış olduğunuz 7. Sınıf "Hücre ve Bölünmeler" Ünitesi Başarı Testini kullanmak isterim.

Saygılarımla...



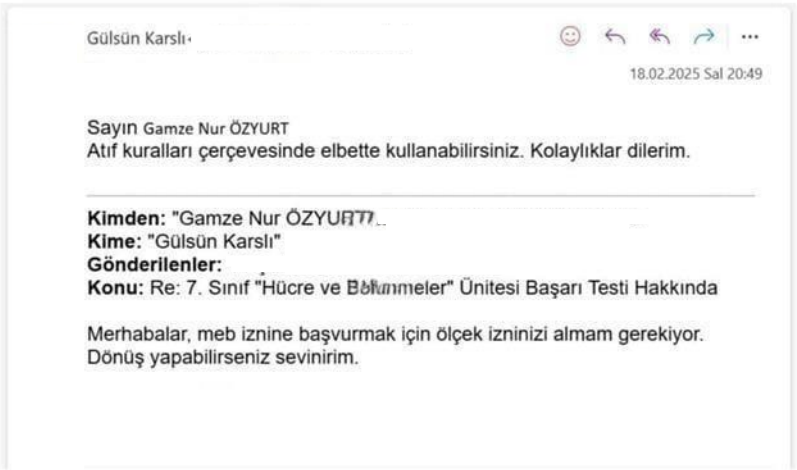
Gamze Nur ÖZYURT

Kime:

14.02.2025 Cum 12:33

Merhabalar, meb iznine başvurmak için ölçek izninizi almam gerekiyor. Dönüş yapabilirseniz sevinirim.

...



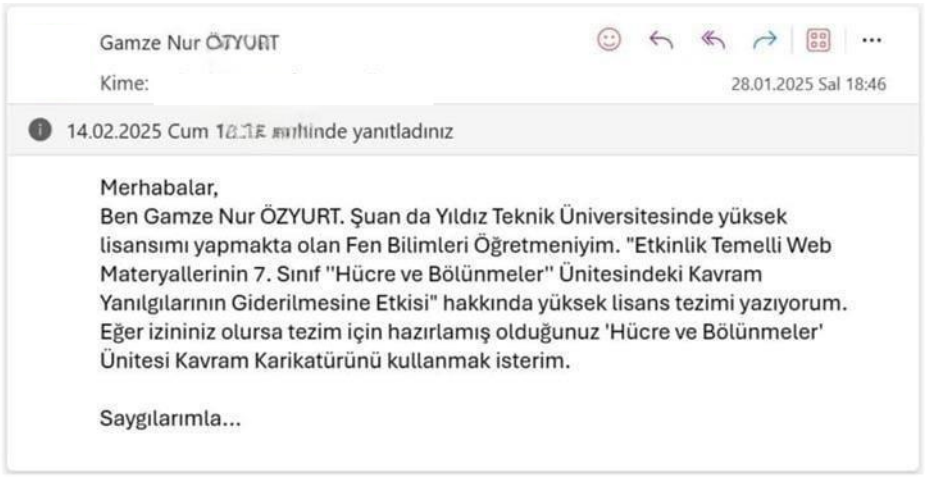
Gülsün Karslı

18.02.2025 Sal 20:49

Sayın Gamze Nur ÖZYURT
Atıf kuralları çerçevesinde elbette kullanabilirsiniz. Kolaylıklar dilerim.

Kimden: "Gamze Nur ÖZYURT"
Kime: "Gülsün Karslı"
Gönderilenler:
Konu: Re: 7. Sınıf "Hücre ve Bölünmeler" Ünitesi Başarı Testi Hakkında

Merhabalar, meb iznine başvurmak için ölçek izninizi almam gerekiyor. Dönüş yapabilirseniz sevinirim.



Gamze Nur ÖZYURT

Kime:

28.01.2025 Sal 18:46

14.02.2025 Cum 1[illegible]inde yanıtladınız

Merhabalar,
Ben Gamze Nur ÖZYURT. Şuan da Yıldız Teknik Üniversitesinde yüksek lisansımı yapmakta olan Fen Bilimleri Öğretmeniyim. "Etkinlik Temelli Web Materyallerinin 7. Sınıf "Hücre ve Bölünmeler" Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi" hakkında yüksek lisans tezimi yazıyorum. Eğer izininiz olursa tezim için hazırlamış olduğunuz 'Hücre ve Bölünmeler' Ünitesi Kavram Karikatürünü kullanmak isterim.

Saygılarımla...

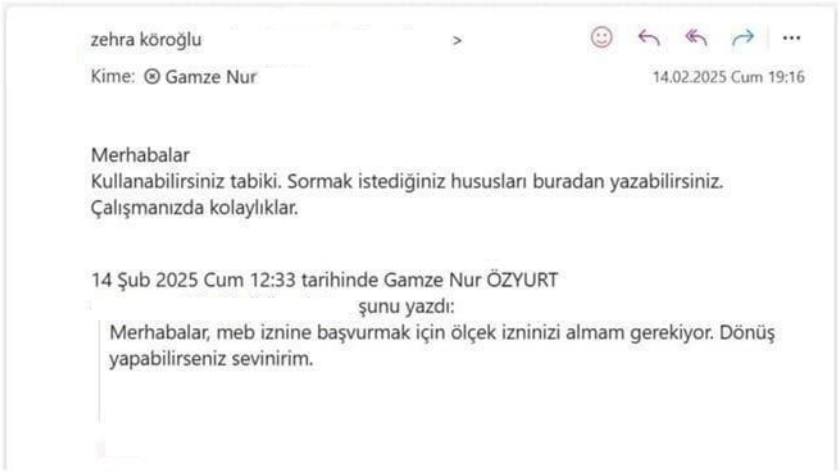


Gamze Nur ÖZYURT

Kime:

14.02.2025 Cum 12:33

Merhabalar, meb iznine başvurmak için ölçek izninizi almam gerekiyor. Dönüş yapabilirseniz sevinirim.



zehra köroğlu >

Kime: Gamze Nur

14.02.2025 Cum 19:16

Merhabalar
Kullanabilirsiniz tabiki. Sormak istediğiniz hususları buradan yazabilirsiniz.
Çalışmanızda kolaylıklar.

14 Şub 2025 Cum 12:33 tarihinde Gamze Nur ÖZYURT
şunu yazdı:

> Merhabalar, meb iznine başvurmak için ölçek izninizi almam gerekiyor. Dönüş yapabilirseniz sevinirim.

E
MEB ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ

T.C.

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

Şükrü Savaşeri Ortaokulu Müdürlüğüne

Başvuru No: MEB.TT.2025.019774.01

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu: 742589

T.C. Kimlik No: 50*******48

Adı Soyadı: GAMZE NUR ÖZYURT

Araştırmanın Adı: Etkinlik Temelli Web Materyallerinin 7 Sınıf Hücre Ve Bölünmeler Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatı: Şükrü Savaşeri Ortaokulu

Uygulama Yapılacak Birim: Ortaokul

Uygulama Yapılacak İl: İSTANBUL

Veri Toplama Aracının Başlığı: Hücre ve bölünmeler başarı testi, Hücre ve bölünmeler kavram karikatürü, İLKOKUL FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE TEKNOLOJİ KULLANIMINA YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 25.02.2025

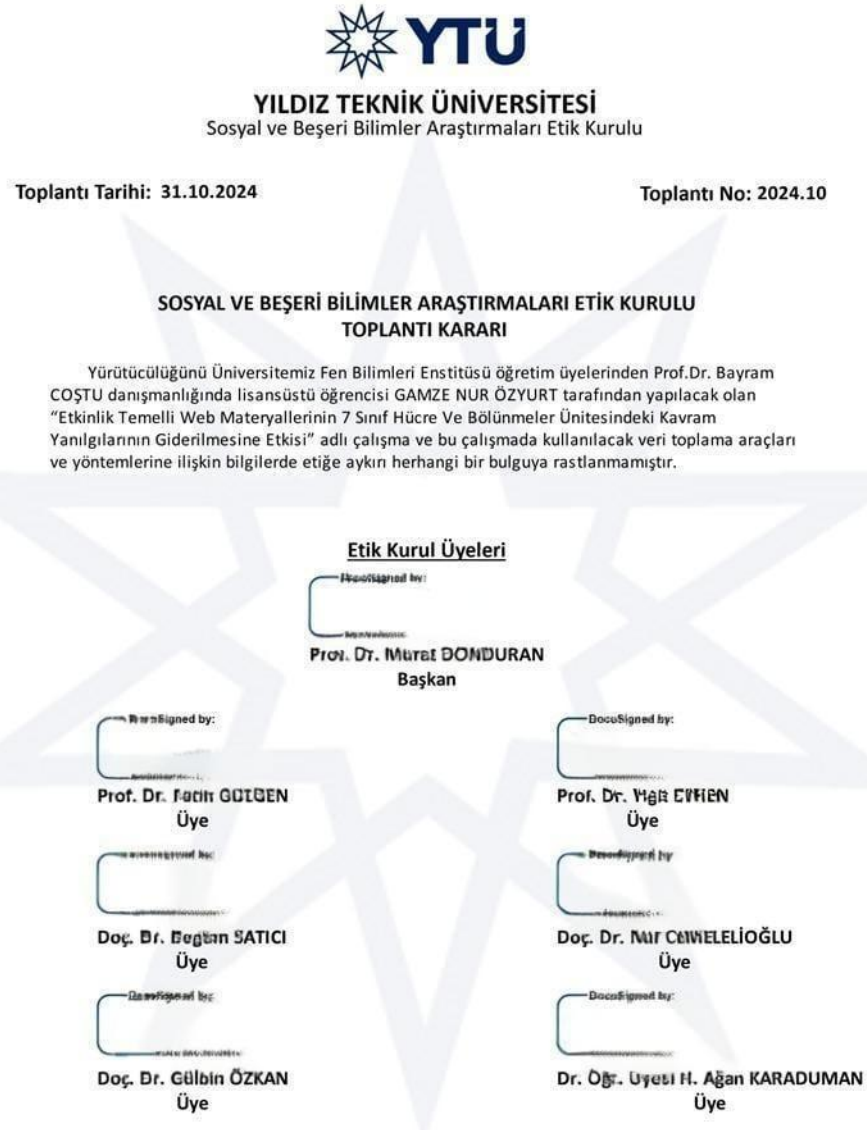
Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 25.02.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Yönergesine" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup araştırma uygulama izni İSTANBUL İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır.

Not: *Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.*

Doğrulama Kodu: 3800f27ff3412ec63a35260ba7b216edbb8befaa18ce78f1e2a5b4ed9c1f2f96
Doğrulama Adresi: arastirmaizinleri.meb.gov.tr/belge-dogrula
Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb.egitimarastirmalari.arastirmaizinleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr

F
ETİK KURUL İZNİ



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Toplantı Tarihi: 31.10.2024 **Toplantı No: 2024.10**

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU TOPLANTI KARARI

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü öğretim üyelerinden Prof.Dr. Bayram COŞTU danışmanlığında lisansüstü öğrencisi GAMZE NUR ÖZYURT tarafından yapılacak olan "Etkinlik Temelli Web Materyallerinin 7 Sınıf Hücre Ve Bölünmeler Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi" adlı çalışma ve bu çalışmada kullanılacak veri toplama araçları ve yöntemlerine ilişkin bilgilerde etiğe aykırı herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

Etik Kurul Üyeleri

Prof. Dr. Murat DONDURAN
Başkan

Prof. Dr. Fatih GÖKÇEN
Üye

Prof. Dr. Yiğit EVREN
Üye

Doç. Dr. Begüm SATICI
Üye

Doç. Dr. Nur CEMELELİOĞLU
Üye

Doç. Dr. Gülbin ÖZKAN
Üye

Dr. Öğr. Üyesi H. Ağan KARADUMAN
Üye

Taş Bina A-2013 Oda Davutpaşa Kampüsü Esenler/İstanbul Tel: (0212) 383 31 18
E-posta: sbemdr@yildiz.edu.tr - Web: sbe.yildiz.edu.tr
Rapor Doğrulama Adresi: "etik.yildiz.edu.tr/dogrula" Rapor No: 20241003455 Doğrulama Kodu: d94bc

G
MEVCUT ÖĞRETİM PROGRAMININ UYGULANDIĞI KONTROL GRUBUNA YÖNELİK HAZIRLANMIŞ DERS PLANLARI

DERS PLANI I

I.BÖLÜM

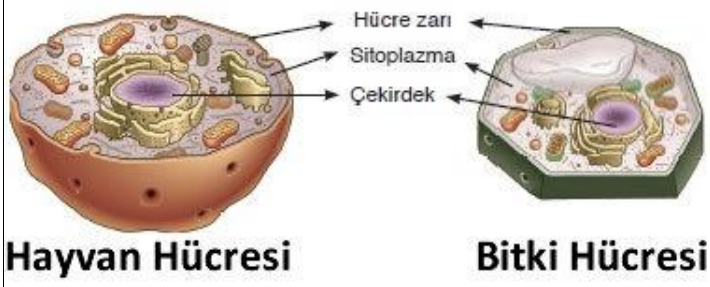
Dersin Adı	Fen Bilimleri	7 – 13 Ekim 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Hücre	
Önerilen Ders Saati	4 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar	7.2.1.1. Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Hücre, bitki ve hayvan hücresi arasındaki benzerlik ve farklılıklar, dokular, hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisi, DNA, gen, kromozom
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	Anlatım, Soru Cevap, Rol Yapma, Grup Çalışması

Kullanılacak Araç – Gereçler	•Mikroskop • Büyüteç • Kuru soğan (Mor soğan olursa metilen mavisine ya da iyot çözeltisine ihtiyaç yok çok net gözlemleniyor) • Lam (2 adet) • Lamel (2 adet) • Su • Damlalık • Bisturi • Pens • Metilen mavisi ya da iyot çözeltisi • Kürdan
Açıklamalar	a. Hücrenin temel kısımları için sadece hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek verilir. b. Hücre organellerinin ayrıntılı yapıları verilmeden sadece isim ve görevlerine değinilir. c. DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir.
Yapılacak Etkinlikler	Bitki ve Hayvan Hücrelerini Karşılaştıralım Mikroskopta gözlemlenmesinden sonra karşılaştırılması öğrencilerle birlikte yapılır
Özet	**HÜCRE** ➢ Canlıların, canlılık özelliğinin gösteren en küçük yapı ve görev birimine hücre denir

- Hücreler çok küçük yapılı olduklarından dolayı büyük bir



Hayvan Hücresi Bitki Hücresi

çoğunluğu gözle görülemez (mikroskopla görülebilirler)
- Canlıların solunum, boşaltım, sindirim, enerji ihtiyacı gibi yaşamsal faaliyetler hücrelerde gerçekleşir
- Hücreyi ilk defa 17.yy da Robert Hooke basit mikroskobun icadıyla gözlemlemiştir

Hücrenin temel kısımları;

- Hücre zarı
- Çekirdek
- Sitoplazma

Hücrenin temel kısımları gelişmiş hücrelerde var iken ilkel hücrelerde çekirdek yoktur. Sadece hücre zarı ve sitoplazmaları vardır (Bakteriler ilkel hücreli canlılar sınıfındadır)

HÜCRE ZARI

Hücrenin etrafını sararak;

- Hücreye şekil verir,
- Hücreyi bulunduğu ortamdan ayırır,
- Sitoplazmanın dağılmasını önler
- Hücre zarı canlı ve esnektir
- Hücre zarı seçici geçirgendir. Hücreye giriş – çıkış yapan maddelerin geçişini sağlar
- Hücre içinde oluşan atıklar hücre zarından dışarı atılır
- Hüre zarı karbonhidrat, yağ ve proteinden oluşur

SİTOPLAZMA

- Hücre zarı ile çekirdek arasını dolduran yumurta akı kıvamında akışkan bir sıvıdır
- Yapısında su, çeşitli besin içerikleri, hormonlar ve organeller bulunur
- Sitoplazma canlı ve renksizdir
- Hücre zarından geçemez

ÇEKİRDEK

- Hücrenin yönetim ve kalıtım merkezidir.
- Gelişmiş yapılı tüm canlılarda (bitki, hayvan) bulunur
- Hücrenin büyüme, gelişme, solunum ve boşaltım gibi yaşamsal faaliyetlerini kontrol eder
- Çekirdeğin içerisinde kalıtım materyallerimizi taşıyan DNA bulunur
- Kalıtsal özellikler DNA üzerinde belirli bölgelerde yer alır. Bu bölgelere gen denir . Gen ,DNA üzerinde şifreli parçalardır. Genler, saç tipi, göz rengi, cinsiyet gibi özellikleri belirler . DNA üzerinde birden fazla gen bulunur.
- DNA normalde kromatin ağ adı verilen karmaşık bir halde bulunur. DNA hücre bölüneceği zaman kısalıp kalınlaşarak protein kılıfla kaplanması sonucu kromozom halini alır.

Canlı	Kromozom Sayısı	Canlı	Kromozom Sayısı
Solucan	2	İnsan	46
Sirke Sineği	8	Moli Balığı	46
Güvercin	16	Kurt Bağrı Bitkisi	46
Soğan	16	At Kuyruğu	216
Domates	24	Köpek	78
Ayçiçeği	34	İnek	60
Kedi	38	Eğrelti Otu	500

- Aynı türe ait canlıların kromozom sayıları aynıdır
- Her canlı türündeki kromozomlar farklı kalıtsal özellikleri taşır

Kalıtsal yapıları büyükten küçüğe (basitten karmaşığa) doğru sıralanışı;

HÜCRE > ÇEKIRDEK > KROMOZOM > DNA > GEN

HÜCRE ÇEPERİ (HÜCRE DUVARI)

- Bitki hücrelerinde, mantarlarda ve çoğu ilkel canlılarda hücre zarının üzerinden selüloz denilen maddenin birikmesiyle oluşan yapıya hücre çeperi (hücre duvarı) denir
- Hayvan hücrelerinde bulunmaz
- Hücre çeperi cansızdır
- Hücre çeperi kalın sert ve dayanıklıdır
- Hücre çeperi geçirgendir. Üzerinde geçitler madde geçişini sağlar ancak canlı olmadığı için seçici değildir.
- Hücre duvarı, hücreye desteklik ve dayanıklılık sağlar

- Kromozom sayısı canlıların gelişmişliğini ya da vücut büyüklüğü hakkında bilgi vermez
- Farklı türe ait canlıların kromozom sayısı aynı olabilir

ORGANELLER

	Sitoplazma içerisinde bulunan hücrenin faaliyetlerinde rol oynayan, farklı görevleri yapmak için özelleşmiş yapılardır. **MİTOKONDRİ** ➢ Hücrenin enerji santralidir ➢ Besinlerde depolanan enerjiyi oksijenle yakarak açığa çıkarır ➢ Enerji ihtiyacı fazla olan hücrelerde mitokondri daha fazladır. Enerji ihtiyacı fazla olan hücreler; kas, sinir ve karaciğer hücreleridir ➢ Mitokondri hem bitki hem hayvan hücrelerinde bulunur **LİZOZOM** ➢ Hücre içinde maddelerin sindirilmesinde görevlidir ➢ Büyük yapılı besinleri parçalayarak küçük moleküllü hale getirir ➢ Yaşlanmış ve görevini yerine getiremeyen doku ve organelleri parçalar, sindirir ➢ Lizozom hayvan hücrelerinde ve ilkel bitki hücrelerinde bulunur ➢ Gelişmiş bitki hücrelerinde lizozom bulunmaz. Lizozom benzeri yapılar bulunur **RİBOZOM** ➢ Protein sentezinde (üretiminde) görevlidir ➢ Tüm hücrelerde bulunur ➢ En küçük organeldir **GOLGİ CİSİMCİĞİ** ➢ Hücre içerisinde bulunan salgı maddelerinin üretilmesi, paketlenmesi ve gerektiği yerde salgılanmasını sağlayan organeldir. ➢ Salgı üreten hücrelerde golgi cisimciği fazla bulunur. Göz yaşı, tükürük bezi, ter bezi gibi. ➢ Hem hayvan hücrelerinde hem bitki hücrelerinde görülür **KOFUL** ➢ Hücrelerdeki bazı sıvıların (su) , besin maddelerinin ve atıkların depolandığı yerdir ➢ Bitki hücrelerinde koful büyük ve az sayıdadır ➢ Hayvan hücrelerinde koful küçük ve çok sayıdadır **ENDOPLAZMİK RETİKULUM** ➢ Hücre içinde madde iletiminde sorumlu organeldir ➢ Hücre içini saran kanal sistemidir. Hücre zarından çekirdeğe kadar uzanır

	➢ Hem bitki hem hayvan hücrelerinde bulunur **SENTROZOM** ➢ Sadece hayvan hücrelerinde bulunur. Bitki hücrelerinde bulunmaz ➢ İstisna bazı ilkel bitkilerde görülür ➢ Hücre bölünmesi sırasında iğ ipliklerinin oluşmasını sağlar ➢ Sentrozom 2 tane sentriyollerden oluşur **KLOROPLAST** Bitkiye yeşil rengini veren klorofil maddesini içinde bulunduran yapıdır. Fotosentez yaparak ışık enerjisinin kullanıp su ve karbondioksitten, besin ve oksijen üretir. 

Bitki Hücresi	Hayvan Hücresi
Köşeli bir şekle sahiptir.	Oval bir şekle sahiptir.
Kloroplast bulunur.	Kloroplast bulunmaz.
Sentriyolleri yoktur.	Sentriyolleri vardır.
Hücre duvarı vardır.	Hücre duvarı yoktur.
Kofulları büyük ve az sayıdadır.	Kofulları küçük ve çok sayıdadır.

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	* MEB ders kitabı öğrendiklerimizi uygulayalım. * Bulmaca, çoktan seçmeli, açık uçlu, doğru-yanlış, eşleştirme, boşluk doldurma

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir

Gamze Nur Özyurt
Fen Bilimleri Öğretmeni

Müdür

DERS PLANI II

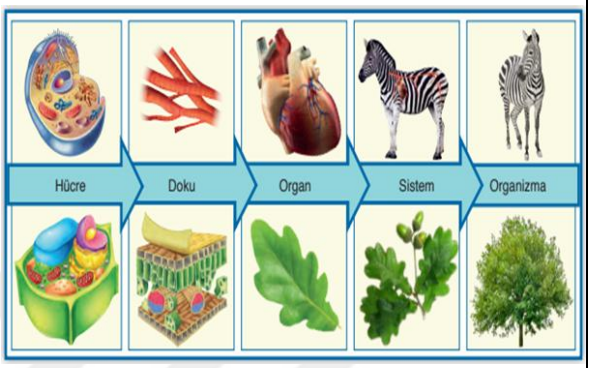
I.BÖLÜM

Dersin Adı	Fen Bilimleri	14 – 20 Ekim 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Hücre	
Önerilen Ders Saati	4 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	7.2.1.2. Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır. 7.2.1.3. Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Hücre, bitki ve hayvan hücresi arasındaki benzerlik ve farklılıklar, dokular, hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisi, DNA, gen, kromozom
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	Düz Anlatım, Soru-Cevap, Araştırma, Tartışma
Kullanılacak Araç – Gereçler	Ders Kitabı, EBA
Açıklamalar	*Bilimsel bilgilerin kesin olmayıp değişebileceği ve gelişebileceği vurgulanır. *Hücre-doku-organ-sistem-organizma kavramlarının tanımlarına ve aralarındaki ilişkilere değinilir.

Yapılacak Etkinlikler	Ders planındaki etkinlikler yapılacaktır.
Özet	**MİKROSKOBUN TARİHSEL GELİŞİMİ** ➢ 1585de Zacharius Janssen ilk mikroskobu icat etti ➢ 1886 Emst Abbe ve Carl Zeiss ilk modern mikroskobu yaptı ➢ 1931 ilk elektro mikroskobu üretildi **GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE HÜCRE** ➢ 665 Robert Hooke hücreleri keşfetti ➢ 1838 Mattius Schleiden bütün bitkilerin hücrelerden oluştuğunu keşfetti ➢ 1839 Theodore Schwann tüm hayvanların hücrelerden olduğunu keşfetti ➢ 1955 James Watson ve Francis Crick DNA yapısı için model geliştirdi ➢ 1996 Dolly isimli koyun kopyalandı ➢ 2000 insanın gen haritası çıkartıldı ➢ 2015 Aziz Sancar hasarlı DNA 'ların nasıl onarıldığını haritalandırıldı Hücre teorisine yeni maddeler eklemiştir. Bu hücre teorisi şu maddelerden oluşmaktaydı: ➢ Bütün canlılar, bir veya birden çok hücreden meydana gelmiştir. ➢ Hücreler, canlıların en temel yapısal birimidir. ➢ Hücrelerin bölünmesiyle yeni hücreler meydana gelir. Bundan sonra, hücre ile ilgili keşiflerin bir kısmı şu şekilde devam etti: ➢ 1857'de Kolliker (Kolikır), kas hücrelerinde mitokondriyi tanımladı. ➢ 1881'de mikroskopta incelemeyi kolaylaştıran boyama teknikleri geliştirildi. ➢ 1898'de Golgi, özel bir madde ile boyanmış hücrelerde ilk olarak Golgi (Golgi) cisimciğini görüp tanımladı. ➢ 1930'larda büyütme gücü çok yüksek mikroskoplar, icat edilip geliştirildi. Bu mikroskoplar sayesinde, boyama yapmadan, canlı hücreler, daha ayrıntılı incelenebildi. Bu incelemeler, günümüzde hücre teorisine yeni maddeler eklenmesini sağlamıştır.

	HÜCREDEN ORGANİZMAYA Yetişkin bir insanda, 100 trilyondan fazla hücre olduğu tahmin edilmektedir. Vücudunuzun farklı bölgeleri farklı görevler üstlenmiştir. Duyu organlarının, sindirim ve boşaltım sistemlerinin görevleri farklıdır. Bir bitkinin yaprağı ile köklerinin görevleri de birbirinden farklıdır. Bu yapılar, farklı görevleri  yapabilmek için farklı özellikteki hücrelerden oluşmuştur. Farklı hücrelerin birlikte uyumlu çalışabilmesi için belli bir düzende bir araya gelmeleri gerekir. ➢ Benzer görevdeki hücreler, bir araya gelerek dokuları, ➢ Dokular, bir araya gelerek daha karmaşık görevleri yapabilen organları, ➢ Benzer görevleri olan organlar ise bir araya gelerek daha karmaşık görevleri yapabilen sistemleri ➢ Solunum, sindirim, boşaltım gibi görevleri yapan sistemler de bir araya gelerek canlıyı yani organizmayı oluşturur.

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	MEB ders kitabı öğrendiklerimizi uygulayalım.

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	Öğrenciler araştırma sorgulama süreçlerini yönlendirmek için odak soruları oluşturur. Öğrenciler sorularına cevap bulmak amacıyla birincil ve ikincil kaynaklardan araştırma yaparlar. Öğrenciler yaptıkları tahminlerle buldukları araştırma verilerini ve sonuçları karşılaştırır, hipotez kurar, sınar ve sunarlar. Öğrenciler, süreç ile alakalı fikirlerini ifade eder. Kendi görüşlerini kanıtlamaya ve açıklamaya çalışırlar. Konu, fikir, araştırma-sorgulama sürecinde öğrendikleri ve anladıklarının farkına varmaları için önemli bir aşamadır. Öğrencilere kendilerini güçlük çektikleri aşama hakkında değerlendirir. Çelişkili sorular sorularak öğrencilerin konuyu kavrama düzeyi belirlenmeye çalışılır. İlk birincil kaynaklarla ilişki ve bağlantıların yapılması bu süreçte önemlidir. Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.

Gamze Nur Özyurt
Fen Bilimleri Öğretmeni

Müdür

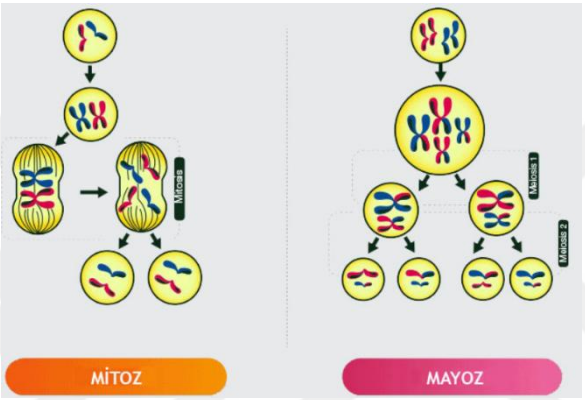
DERS PLANI III

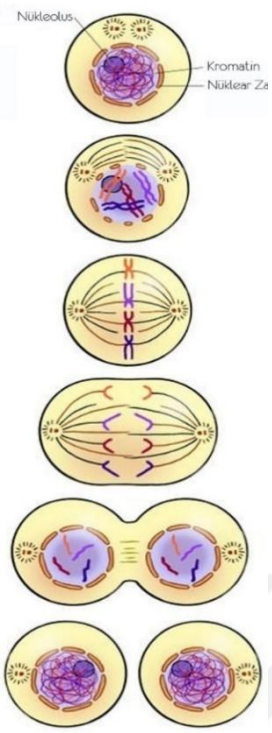
I.BÖLÜM

Dersin Adı	Fen Bilimleri	21- 27 Ekim 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Mitoz	
Önerilen Ders Saati	4 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar	F.7.2.2.1. Mitozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.2.2. Mitozun birbirini takip eden farklı evrelerden oluştuğunu açıklar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Hücre bölünmesi, mitozun evreleri, mitozda kromozomların önemi, mitozun canlılar için önemi
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	Anlatım, Soru Cevap
Kullanılacak Araç – Gereçler	Ders Kitabı, EBA
Açıklamalar	Mitozun evrelerinin adları verilmez

Yapılacak Etkinlikler	-Ders planındaki etkinlikler yapılacaktır. -Mitoz Bölünme Evrelerini Oluşturalım.
Özet	**HÜCRE BÖLÜNMELERİ** Canlı varlıkları cansız varlıklardan ayıran üreme, büyüme ve gelişme olayları hücre bölünmesi ile gerçekleşir. Hücre bölünmesi tüm canlılarda görülen bir olaydır. Hücre bölünmesinin amacı; hücre bölünmesini gerçekleştiren canlı veya hücreye bağlı olarak yeni hücreler ve yeni canlılar meydana getirmek, yenilenmeyi sağlamak, onarımı gerçekleştirmek ve büyümeyi sağlamaktır. Hücre bölünmesi ile yeni hücreler meydana gelir ve canlıdaki toplam hücre sayısı artar. Hücre bölünmesinde kromozomlar önemli rol oynamaktadır. Çünkü hücre bölünmesi gerçekleştiren hücredeki kalıtsal bilgiler, oluşan yeni hücrelere kromozomlarla taşınmaktadır.  Hücre bölünmesi, mayoz bölünme ve mitoz bölünme olmak üzere 2 çeşittir. **MİTOZ BÖLÜNME**



- Tüm canlılarda görülür
- Kalıtsal özellikleri aynı olan iki yeni hücre oluşur. Hücreler çoğalırken hücre içindeki DNA kendini eşleyerek oluşan her bir yeni hücreye aktarılacak şekilde kopyalanır. Mitoz bölünme sonucunda oluşan hücrelerin kalıtsal yapısının bire bir aynı olması DNA'nın kendini eşlemesi sayesindedir
- Mitoz bölünme vücut hücrelerinde görülür.
- Tek hücreli canlılarda çoğalmayı (üreme) sağlar.
- Çok hücreli canlılarda ise büyüme, gelişme ve yaraların iyileşmesi mitoz bölünme sayesinde gerçekleşir.

- Oluşan hücreler ana canlıya benzer. Oluşan hücrelerin kalıtsal yapısı değişmez.
- Hücrelerin kromozom sayısı değişmez.
- Kromozom sayısı sabit kalır. (değişmez)
- Mitoz bölünme sonucu oluşan canlıların kalıtsal yapıları ona canlı tıpa tıp aynıdır.
- Mitoz bölünme de kalıtsal çeşitlilik gözlemlenmez.
- Oluşan tüm hücrelerin kalıtsal yapıları aynıdır
- Mitoz bölünme sonucu 2 yeni hücre oluşur

Bir hücre birden birden fazla mitoz bölünme gerçekleştirirse oluşan hücre sayısının 2^n formülü ile bulabiliriz(n: Mitoz bölünme sayızı)

ÖRNEK:

Bir hücre arka arkaya 3 mitoz bölünme geçirirse oluşan hücre sayısı kaç olur?

$2^n=2^3=8$ hücre oluşur

- Çok hücreli canlıların bazı vücut hücrelerinde mitoz bölünme gerçekleşmez.
- Kas hücreleri (çizgili kas)
- Alyuvar hücreleri (Olgunlaşmamış)
- Retina hücreleri (gözde bulunur)
- Sinir hücreleri
- Sperm hücreleri

- Yumurta hücreleri

Mitoz Bölünmenin Canlılar İçin Önemi

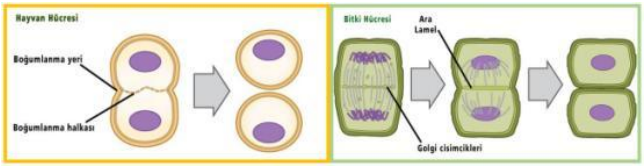


- Kesilen tırnakların uzaması
- Kertenkelenin kopan kuyruğunun yenilenmesi
- Çok hücreli canlılar mitoz bölünme sayesinde büyür ve gelişir.
- Tek hücreli canlılarda çoğalmayı (üreme) sağlar.

MİTOZ BÖLÜNMENİN EVRELERİ

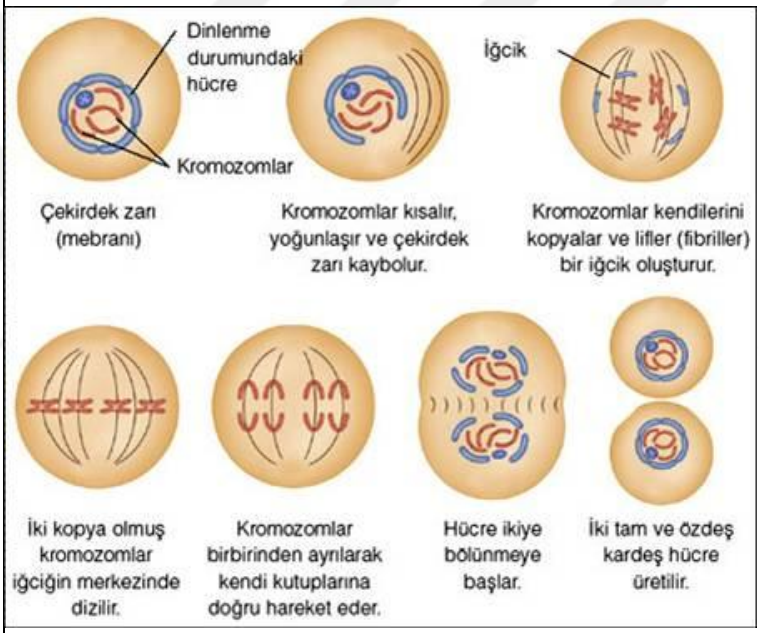
1. Mitoz bölünme çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesi olmak üzere iki aşamada gerçekleşir. Mitoz bölünme sırasında bu aşamalar birbirini takip eden evreler sonucunda gerçekleşir.
2. Bölünme öncesi hücre kendini bölünmeye hazırlar
3. DNA kendini eşler
4. Protein sentezi hızlanır
5. Organel sayısı artar, enerji üretimi ve tüketimi hızlanır.
6. Hayvan hücrelerinde sentrozom kendini eşler
7. Kromatin iplik halinde olan DNA kısalıp kalınlaşarak kromozomları oluşturur. Kromozomlar belirginleşir.
8. Çekirdek zarı ve çekirdekçik eriyerek kaybolur
9. Sentrozomlar farklı kutuplara çekilip kromozomları tutacak iğ iplikleri oluşturur.
10. İğ ipliklerine tutunan kromozomlar hücrenin ortasında tek sıra hâlinde dizilir.
11. İğ iplikleri zıt kutuplara doğru çekilince kardeş kromotitler birbirinden ayrılarak hücrenin karşılıklı kutuplarına çekilir.
12. Her kromozom iki kromotitten oluşur ve bunlara kardeş kromotitler denir.
13. Hücre ortasından boğumlanmaya başlar. Çekirdek zarı ve çekirdekçik tekrar oluşur. İğ iplikleri kaybolur. Bu evrede çekirdek bölünmesi tamamlanır, sitoplazma bölünmesi başlar.
14. Çekirdek bölünmesi sonuna kadar bitki ve hayvan hücrelerinde tüm mitoz bölünme evreleri aynıdır. Çekirdek bölünmesinden sonra başlayan sitoplazma bölünmesi bitki ve hayvan hücrelerinde farklıdır.

15. Sitoplazma bölünmesi bitki ve hayvan hücrelerinde farklılık gösterir. Sitoplazma bölünmesi
16. Hayvan hücrelerinde BOĞUMLANMA ile, bitki hücrelerinde ise ARA LAMEL adı verilen bir yapı ile gerçekleşir. Bitki hücrelerinde ,hücre duvarı sitoplazma bölünmesinde hücrenin boğumlanmasına izin vermez.



17. Sitoplazma bölünmesi tamamlandığında kalıtsal özellikleri aynı olan iki yeni hücre meydana gelir.

Mitoz bölünme sonunda ana hücrenin birebir aynısı iki yeni



hücre meydana gelir. Mitozun art arda gerçekleşmesi ile hücre sayısında artış gerçekleşir. Mitozda kromozomlar yavru hücrelere değişmeden aktarılır. Hücre sayısı artsa da kromozom sayısı ve kalıtsal bilgiler değişmez. Bu nedenle kalıtsal bilgilerin korunması için hücrelerin mitoz bölünme gerçekleştirmesi gerekir. Mitoz bölünme sonunda oluşan hücrelerin büyüklüğü, organel sayısı gibi kalıtsal olmayan özelliklerde değişiklikler görülebilir.

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	*Boşluk dolduralım * Bulmaca, çoktan seçmeli, açık uçlu, doğru-yanlış, eşleştirme, boşluk doldurma. *Bir soru-cevap seansı düzenleyerek, öğrencilerin mitozun önemini tartışmalarını ve farklı bakış açılarıyla konuyu ele almalarını sağlama. *MEB ders kitabı öğrendiklerimizi uygulayalım.

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	Çelişkili sorular sorularak öğrencilerin konuyu kavrama düzeyi belirlenmeye çalışılır. İlk birincil kaynaklarla ilişki ve bağlantıların yapılması bu süreçte önemlidir. Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.

Gamze Nur Özyurt

Fen Bilimleri Öğretmeni Müdür

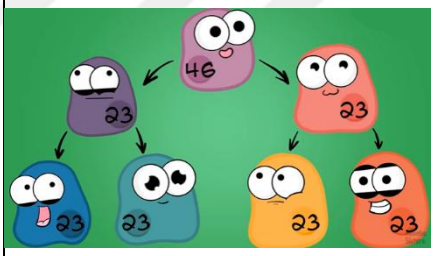
DERS PLANI IV

I.BÖLÜM

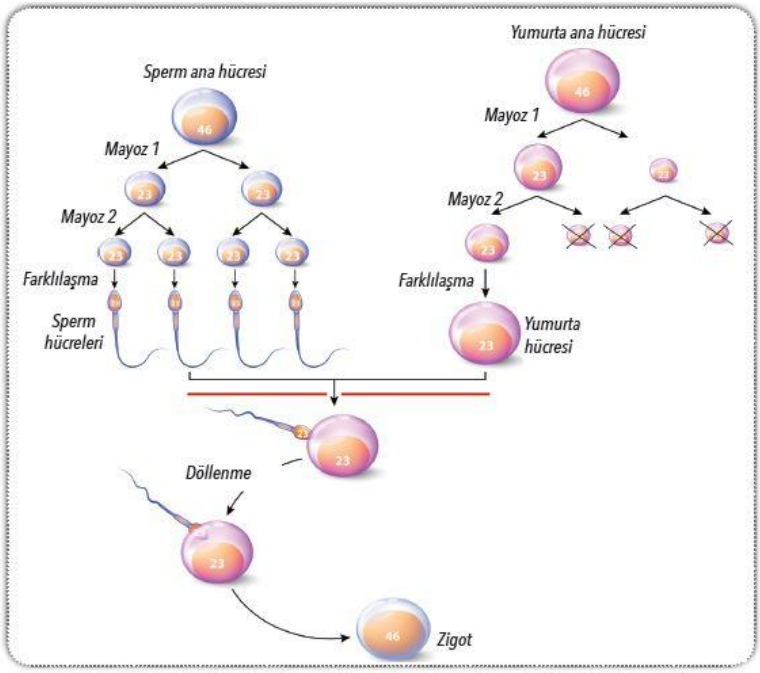
Dersin Adı	Fen Bilimleri	28 Ekim – 03 Kasım 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Mayoz	
Önerilen Ders Saati	4 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar	F.7.2.3.1. Mayozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir. F.7.2.3.3. Mayoz ve mitoz arasındaki farkları karşılaştırır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Üreme hücrelerinin mayozla oluşumu, mayozun canlılar için önemi, mayozu mitozdan ayıran özellikler
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	Düz Anlatım, Soru-Cevap, Araştırma, Tartışma
Kullanılacak Araç – Gereçler	Ders Kitabı, EBA

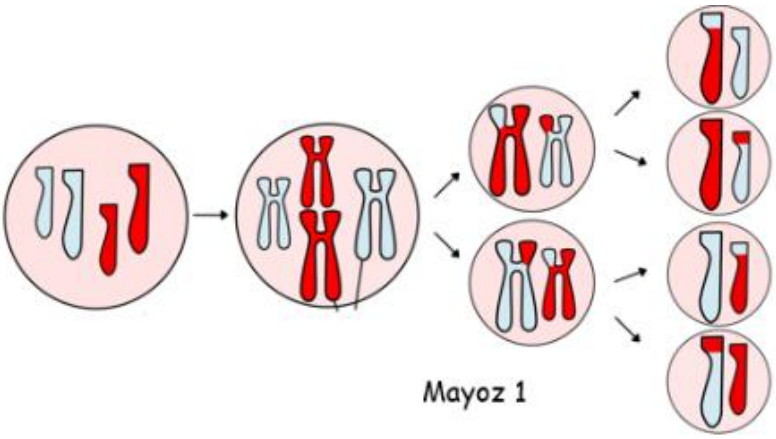
Açıklamalar	Mayoz evreleri sadece Mayoz I ve Mayoz II olarak verilir Gamet oluşumları sırasında hücre isimlerine değinilmez. Sadece sperm ve yumurta verilir. Mayoz ve mitoz arasındaki farklılıklar verilirken bölünme evrelerindeki farklılıklara değinilmez.
Yapılacak Etkinlikler	Ders planındaki etkinlikler yapılacaktır. -Mitoz Bölünme mi? -Mayoz Bölünme mi?
Özet	**MAYOZ BÖLÜNME** • Mayoz bölünme sadece gelişmiş canlılarda üreme ana hücrelerinde görülür. .(Yumurta ve sperm ana hücresi) • Eşeyli üreyen canlılarda üreme ana hücresinin bölünerek, üreme hücresi olan gametlerin oluşmasını sağlayan hücre bölünmesine mayoz bölünme denir. • Hayvanlarda sperm ve yumurta hücresi, bitkilerde yumurta ve polen oluşumu mayoz bölünme ile olur  • Mayoz bölünme sonucu oluşan kromozom sayısı yarıya iner. Yumurta ve sperm hücreleri üreme ana hücresinin yarısı kadar kromozoma sahip olur. İnsanlarda eşey ana hücreleri 46 kromozoma sahiptir. Bu hücreler mayoz bölünme geçirince kromozom sayısı yarıya iner ve 23 kromozomlu eşey hücreleri oluşur. • Mayoz bölünme sırasında gerçekleşen parça değişimi tür içinde çeşitliliği artırır. Tür içi çeşitlilik aynı türün bireylerinin kalıtsal özelliklerinin farklı olmasıdır.

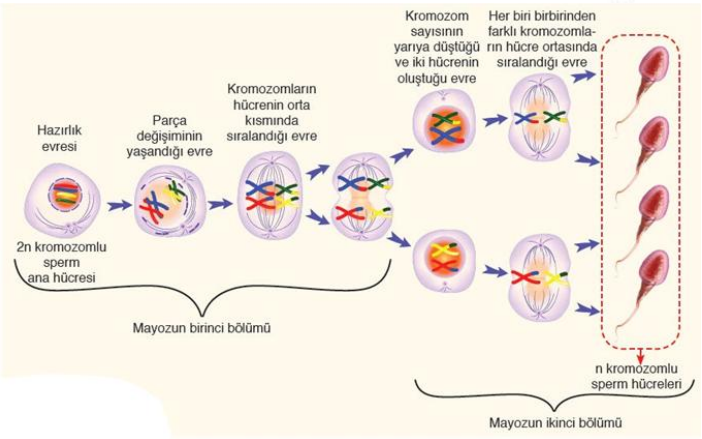
- Tür içinde kromozom sayısının sabit kalması mayoz bölünmede kromozom sayısının yarıya inmesi



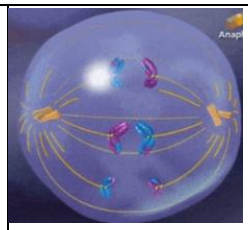
sayesindedir.

- Mayoz bölünme sonucu kromozom sayısının yarıya inmesi tür içinde kromozom sayısının sabit kalmasını sağlar.
- Yumurta ve sperm hücrelerinin kromozom sayısı mitozdaki gibi ana hücreyle aynı olsaydı tür içinde kromozom sayısı sabit kalmaz ve döllenmeyle artarak devam ederdi.
- Mayoz bölünme sonucu 4 yavru hücre oluşur.
- Mayoz bölünme mayoz 1 ve mayoz 2 olmak üzere 2 evreden oluşur



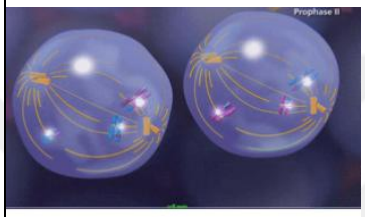


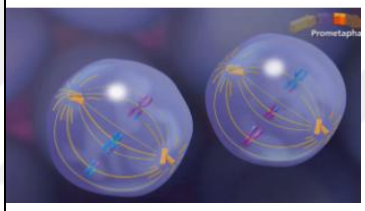
- Hazırlık evresidir.
- Mayoz bölünmeye başlamadan önce DNA kendini eşler ve kalıtsal madde miktarı iki katına çıkar.
- Sentrozomlar kendini eşler
- Kromatin iplikleri kısalıp kalınlaşarak kromozomlar belirgin hâle gelir.
- İğ iplikleri oluşur, çekirdek zarı ve çekirdekçik eriyerek kaybolur.
- Mayoz bölünmenin ilk evresinde biri anneden diğeri babadan gelen ve aynı özellikleri taşıyan kromozomlar yan yana gelerek birbirinin üzerine kıvrılır. Bunun sonucunda Kromozomlar arasında parça değişimi gerçekleşir. Kromozomlar arasında gen değişimi meydana gelir. Böylece oluşan kromozomlar anne ve babanın kromozomlarından farklıdır. Kromozomlar arasında parça değişimi gerçekleşir.
- Parça değişimi kalıtsal çeşitlilik sağlanır.



• Homolog kromozomlar hücrenin ortasına (ekvatoral bölgeye) dizilirler.
• İğ iplikleri homolog kromozomları ortalarından tutar.
• Homolog kromozomlar iğ iplikleri tarafından zıt kutuplara doğru çekilirler. Bu olayla kromozom sayısı yarıya inmiş 2 yeni hücre oluşmasına temel hazırlanır.

- Daha sonra sitoplazma bölünmesi gerçekleşir ve çekirdek ve çekirdekçikleri tekrar oluşan Mayoz 1'in sonunda kromozom sayısı yarıya inmiş iki hücre oluşur





• Mayoz 1 sonucu oluşan 2 yeni hücrelerde DNA kendini eşlemez.
• Mayoz 2, mitoz bölünmeye benzer.
• İğ iplikleri oluşur
• Kromozomlar hücrenin ortasına dizilir
• Kromozomlarda bulunan kardeş kromotitler birbirinden ayrılarak zıt kutuplara çekilir.
• Sitoplazma bölünmesi başlar, çekirdek zarı oluşur

- Hücreler tekrar ikiye bölündüğü için toplam dört yavru hücre oluşur.

Karşılaştırılan Özellik	MİTOZ BÖLÜNME	MAYOZ BÖLÜNME
GÖRÜLDÜĞÜ HÜCRE	Vücut hücrelerinde görülür.	Üreme ana hücrelerinde görülür.
OLUŞAN HÜCRE SAYISI	İki hücre oluşur.	Dört hücre oluşur.
GERÇEKLEŞME SAYISI	Mitoz geçiren bir hücre bir daha mitoz geçirebilir.	Mayoz geçiren bir hücre tekrar mayoz geçiremez.
KROMOZOM SAYISI	Kromozom sayısı sabittir.	Kromozom sayısı yarıya iner.
YENİ HÜCRELERİN GENETİK YAPISI	Oluşan hücrelerin genetik yapıları ana hücre ile aynıdır.	Oluşan hücrelerin genetik yapıları ana hücreden farklıdır.
KALITSAL ÇEŞİTLİLİK	Kalıtsal çeşitlilik sağlamaz.	Kalıtsal çeşitlilik sağlar.
PARÇA DEĞİŞİMİ	Kromozomlar arasında parça değişimi olmaz.	Kromozomlar arasında parça değişimi olur. (Mayoz-I)
KROMOZOMLARIN AYRILMA BİÇİMİ	Kardeş kromatidler ayrılır.	Homolog kromozomlar ayrılır.
SÜRE	Hayat boyu devam eder.	Belli bir dönem görülür.
AMACI	Canlılığın devamını sağlar.	Soyun devamını sağlar.

Ölçme ve Değerlendirme	*Boşluk dolduralım * Bulmaca, çoktan seçmeli, açık uçlu, doğru-yanlış, eşleştirme, boşluk doldurma * MEB ders kitabı öğrendiklerimizi uygulayalım.

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	Öğrenciler araştırma sorgulama süreçlerini yönlendirmek için odak soruları oluşturur. Öğrenciler sorularına cevap bulmak amacıyla birincil ve ikincil kaynaklardan araştırma yaparlar. Öğrenciler yaptıkları tahminlerle buldukları araştırma verilerini ve sonuçları karşılaştırır, hipotez kurar, sınar ve sunarlar. Öğrenciler, süreç ile alakalı fikirlerini ifade eder. Kendi görüşlerini kanıtlamaya ve açıklamaya çalışırlar. Konu, fikir, araştırma-sorgulama sürecinde öğrendikleri ve anladıklarının farkına varmaları için önemli bir aşamadır. Öğrencilere kendilerini güçlük çektikleri aşama hakkında değerlendirir. Çelişkili sorular sorularak öğrencilerin konuyu kavrama düzeyi belirlenmeye çalışılır. İlk birincil kaynaklarla ilişki ve bağlantıların yapılması bu süreçte önemlidir. Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler

	alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.

Gamze Nur Özyurt

Fen Bilimleri Öğretmeni Müdür

H

WEB DESTEKLİ ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN UYGULANDIĞI DENEY GRUBUNA YÖNELİK HAZIRLANMIŞ DERS PLANLARI

DERS PLANI I

I.BÖLÜM

Dersin Adı	Fen Bilimleri	7 – 13 Ekim 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Hücre	
Önerilen Ders Saati	4 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	7.2.1.1. Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Hücrenin temel kısımları (hücre zarı, sitoplazma, çekirdek) verilir. Hücre organellerinin ayrıntılı yapıları verilmeden sadece isim ve görevlerine değinilir.
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	*Web destekli öğretim (3D modeller, animasyonlar, simülasyonlar) *Anlatım

	*Soru–Cevap *Tartışma *Bireysel ve grup etkinlikleri *Akran etkileşimi *Dijital oyun tabanlı öğrenme
Kullanılacak Araç – Gereçler	Mikroskop, Büyüteç, Kuru Soğan, Lam/Lamel, Su, Damlalık, Bisturi, Pens, Metilen Mavisi/İyot Çözeltisi, Kürdan, Akıllı Tahta, Bilgisayar, İnternet, Web Destekli Materyaller (Cells Unit: Modeling Cell Structure and Function, LearningApps, Wordwall, Sketchfab 3D Animasyonlar, Eduhol, Quiver Uygulaması AR Kağıtları)
Açıklamalar	a. Hücrenin temel kısımları için sadece hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek verilir. b. Hücre organellerinin ayrıntılı yapıları verilmeden sadece isim ve görevlerine değinilir. c. DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir.
Yapılacak Etkinlikler	1. Cells Unit ile hücrenin temel kısımları (zar, sitoplazma, çekirdek) ve görevleri anlatılır ve tahta etkileşimi istenir. 2. LearningApps/Wordwall ile hücrenin temel kısımları pekiştirilir. 3. Sketchfab 3D animasyonlar ile hücre organellerinin isimleri ve görevleri anlatılır. 4. Classdojo rastgele eşleştirme ile akran iletişimi sağlanır. Eduhol üzerinden organel testleri çözülür. 5. Quiver AR Kağıtları boyanır, 3D hale getirilir ve farklı organeller keşfedilir. Sketchfab ile bitki-hayvan hücresi karşılaştırması yapılır.
Öğrenme Süreci	**1. Ders Saati – Hücrenin Temel Kısımları** • “Hücre nedir?” sorusu ile ön bilgi etkinliği.

	• Cells Unit: Modeling Cell Structure web materyali ile hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek anlatılır. • Öğrenciler tahtada model üzerinde temel kısımları işaretler. • LearningApps & Wordwall üzerinden "Hücrenin Temel Kısımları" oyunu. **2. Ders Saati – Organeller** • Önceki dersin kısa hatırlatması. • Sketchfab 3D hücre modeli ile organeller isim–görev ilişkisi anlatılır. • Öğrencilerden her organeli bir cümle ile özetlemeleri istenir. **3. Ders Saati – Organellerin Pekiştirilmesi** • ClassDojo üzerinden rastgele eşleşen öğrenciler birbirlerine sorular sorar. • Eduhol organel testi uygulanır. • Mini değerlendirme: "Hangi organel hangi görevi yapar?" **4. Ders Saati – Bitki–Hayvan Hücresi Karşılaştırması** • Öğrenciler bitki ve hayvan hücresi boyama sayfalarını renklendirir. • Quiver uygulamasında 3D model taratılır. • Farklı organeller sınıfça tespit edilir. • Sketchfab üzerinde iki hücre yan yana incelenir. • Tahtada karşılaştırma tablosu oluşturma.

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	*Web tabanlı quizler (Wordwall, LearningApps, Eduhol) *Sınıf içi yarışmalar *Ünite çalışma kâğıtları *Doğru–Yanlış / Eşleştirme / Boşluk Doldurma *3D modeller üzerinden sözlü kontrol

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji ve Teknoloji (3D modeller) dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	*Web içeriklerine erişimde yaşanabilecek teknik aksaklıklar için alternatif materyaller hazır bulundurulur. *Öğrencilerin dijital araç kullanım düzeyi dikkate alınır. *Etkinliklerde tüm öğrencilerin aktif katılımı hedeflenir

Gamze Nur Özyurt
Fen Bilimleri Öğretmeni

Müdür

DERS PLANI II

I.BÖLÜM

Dersin Adı	Fen Bilimleri	14 Ekim 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Hücre	
Önerilen Ders Saati	2 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	7.2.1.2. Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır. 7.2.1.3. Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisi, DNA, gen, kromozom
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	*Web Destekli Materyaller (Labxchane DNA: The Double Helix, LearningApps, Wordwall, Eduhol, Fen Aktivite) *Anlatım *Soru–Cevap *Tartışma *Bireysel ve grup etkinlikleri *Akran etkileşimi *Dijital oyun tabanlı öğrenme

Kullanılacak Araç – Gereçler	Ders Kitabı, EBA, Akıllı Tahta, Bilgisayar, İnternet, Web Destekli Materyaller (Labxchane DNA: The Double Helix, LearningApps, Wordwall, Eduhol, Fen Aktivite)
Açıklamalar	Bilimsel bilgilerin kesin olmayıp değişebileceği ve gelişebileceği vurgulanır. Hücre-doku-organ-sistem-organizma kavramlarının tanımlarına ve aralarındaki ilişkilere değinilir. DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir.
Yapılacak Etkinlikler	1. Labxchane DNA: The Double Helix 3D simülasyonu ile DNA, gen ve kromozom kavramları anlatılır. 2. İnternet görselleri kullanılarak hücre-doku-organ-sistem-organizma zinciri gösterilir. 3. Learningapps/Wordwall üzerinden eşleştirme, etiketli diyagram, test ve bulmaca oyunları oynatılır. 4. Hücrenin tarihsel gelişimi kronolojik olarak anlatılır. Eduhol çalışma kâğıdı ve Fen Aktivite sitesinden Büyük Risk ve Kader Kısmet oyunları ile tekrar yapılır.
Öğrenme Süreci	**1.Ders Saati – DNA–Gen–Kromozom ve Hücreden Organizmaya** • Ön bilgileri harekete geçirme soruları. • LabXchange DNA simülasyonu ile DNA–gen–kromozom ilişkisi sunulur. • Hücre → doku → organ → sistem → organizma basamakları görsel zincirle işlenir. • LearningApps / Wordwall etkinlikleri uygulanır. **2.Ders Saati – Hücrenin Tarihsel Gelişimi + Genel Tekrar** • "İnsanlar hücreyi ilk gördüğünde ne düşünmüştür?" tartışması.

	• Hücre teorisinin tarihsel gelişimi kronolojik olarak anlatılır. • Eduhol – organel etkinlik kâğıdı • Fen Aktivite "Büyük Risk" oyunu • Kader Kısmet grup yarışması

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	*Web tabanlı quizler (Wordwall, LearningApps, Eduhol) *Sınıf içi yarışmalar *Ünite çalışma kâğıtları *Doğru–Yanlış / Eşleştirme / Boşluk Doldurma *3D modeller üzerinden sözlü kontrol

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji ve teknoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	*Web içeriklerine erişimde yaşanabilecek teknik aksaklıklar için alternatif materyaller hazır bulundurulur. *Öğrencilerin dijital araç kullanım düzeyi dikkate alınır. *Etkinliklerde tüm öğrencilerin aktif katılımı hedeflenir.

Gamze Nur ÖZYURT
Fen Bilimleri Öğretmeni

Müdür

DERS PLANI III

I.BÖLÜM

Dersin Adı	Fen Bilimleri	16- 23 Ekim 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Mitoz	
Önerilen Ders Saati	4 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar	F.7.2.2.1. Mitozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.2.2. Mitozun birbirini takip eden farklı evrelerden oluştuğunu açıklar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Hücre bölünmesi, mitozun evreleri, mitozda kromozomların önemi, mitozun canlılar için önemi
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	*Web destekli öğretim (3D mitoz modelleri, animasyonlar, simülasyonlar) *Anlatım *Soru–Cevap *Tartışma *Bireysel ve küçük grup etkinlikleri

	*Dijital oyun tabanlı öğrenme *Akran etkileşimi
Kullanılacak Araç – Gereçler	Ders Kitabı, EBA, Akıllı Tahta, Etkinlik Kağıtları, Web Destekli Materyaller (Sketchfab 3D Modeller, Eduhol, LearningApps, Wordwall, Fen Aktivite)
Açıklamalar	Mitozun evrelerinin adları verilmez
Yapılacak Etkinlikler	1.Video izlenerek mitozun canlılar için önemi (büyüme, onarım, üreme) vurgulanır. 2.Sketchfab 3D modelleri ile mitozun birbirini takip eden evrelerinin özellikleri sözel olarak anlatılır. 3.Eduhol üzerinden doğru-yanlış ve test etkinlikleri çözülür. 4.Learningapps (eşleştirme, kim milyoner olmak ister) ve Wordwall (eşleştirme, kutu açma) oyunları oynatılır. 5.Fen Aktivite sitesi üzerinden eşleştirmeli turnuva düzenlenir.
Öğrenme Süreci	**1. Ders Saati – Mitoza Giriş & Önemi** • Öğrencilere dikkat çekme soruları: "Yaralar nasıl iyileşiyor?", "Bitkiler büyürken hücreler nasıl çoğalıyor?" • Akıllı tahtada kısa mitoz tanıtım videosu izletilir. • Mitozun canlılar için önemine vurgu yapılır: büyüme, onarım, üreme, genetik bilginin korunması. • Öğrenciler önemli noktaları defterlerine not eder. **2. Ders Saati – Mitozun Aşamaları** • Sketchfab ile 3D mitoz modeli inceletilir: o Kromozomların belirginleşmesi o Eşlenme o Kutuplara çekilme o Çekirdek bölünmesi o Sitoplazma bölünmesi

	• Öğrenciler tahtaya çizilen şemayı defterlerine geçirir. • Soru–cevap etkinliğiyle evrelerin sıralı mantığı kavratılır **3. Ders Saati – Web Destekli Uygulamalarla Pekiştirme** • Eduhol 1: 30 soruluk doğru–yanlış mitoz etkinliği • Eduhol 2: Mitoz çoktan seçmeli mini test • LearningApps: o Mitoz aşamaları sıralama (isim verilmeden görsel üzerinden) o Eşleştirme etkinliği • Wordwall: o Kutuyu aç → "Mitozun hangi aşamasında ne olur?" o Eşleştirme oyunu • Ders sonunda tüm sınıfla mini değerlendirme: "Mitoz neden önemlidir?" **4. Ders Saati – Sınıf İçi Mitoz Turnuvası** • Öğrenciler Classdojo üzerinden eşleştirilir. • Fen Aktivite – Mitoz Yarışması uygulanır: o En hızlı doğru cevap veren öğrenci bir üst tura geçer. o Yarışmanın amacı eğlenerek pekiştirme yapmaktır. • Final turu yapılıp kazanan belirlenir. • Ardından sınıf geneli kısa sözlü kontrol yapılır.

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	*Eduhol testleri *Wordwall eşleştirme ve doğru–yanlış etkinlikleri *LearningApps quizleri *Fen Aktivite yarışma sonuçları *Sözlü yoklama *Mini çalışma kâğıdı

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji ve Teknoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	*Öğrencilerin dijital araç kullanım süresi dengeli tutulur. *Teknik aksaklıklar için alternatif etkinlikler hazırlıklı bulundurulur. *Akran desteği ve işbirlikli öğrenme ortamı desteklenir.

Gamze Nur Özyurt

Fen Bilimleri Öğretmeni

Müdür

DERS PLANI IV

I.BÖLÜM

Dersin Adı	Fen Bilimleri	23 Ekim – 28 Ekim 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Mayoz	
Önerilen Ders Saati	3 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar	F.7.2.3.1. Mayozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Üreme hücrelerinin mayozla oluşumu, mayozun canlılar için önemi
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	*Web destekli öğretim (3D mayoz modelleri) *Anlatım *Soru–Cevap *Tartışma *Dijital oyun tabanlı öğrenme *Akran çalışması

	*Model analiz etme
Kullanılacak Araç – Gereçler	*Akıllı tahta *Sketchfab – 3D Mayoz I ve Mayoz II modelleri *Eduhol – Mayoz doğru–yanlış testi *Fenburada.com – Mayoz etkinlik kâğıdı *Ders kitabı
Açıklamalar	Mayoz evreleri sadece Mayoz I ve Mayoz II olarak verilir Gamet oluşumları sırasında hücre isimlerine değinilmez. Sadece sperm ve yumurta verilir.
Yapılacak Etkinlikler	1. Mayozun türün devamı, çeşitlilik ve üreme hücrelerinin oluşumundaki rolü açıklanır. 2. Sketchfab 3D modelleri ile Mayoz I ve Mayoz II aşamaları anlatılır, not edilir ve çizilir. 3. Fenburada.com sitesinden etkinlik kâğıdı ve Eduhol sitesi üzerinden doğru-yanlış etkinliği yapılır.

Öğrenme Süreci	**1. Ders Saati – Mayoz I'e Giriş**
	
	• Düşünmeyi uyandıran sorular: "Bir çocuk anne-babasına neden benzer ama aynı olmaz?"
	• Mayozun önemi anlatılır: çeşitlilik, kromozom sayısının yarıya inmesi, türün devamı.
	• Sketchfab üzerinden Mayoz I 3D Modeli incelenir.
	• Öğrenciler:
	  o Homolog kromozom
	  o Parça değişimi
	  o Kromozom sayısının azalması gibi temel kavramları görsel olarak keşfeder.
	• Tahtada modelin sade şeması çizilir, öğrenciler defterlerine geçirir.

	2. Ders Saati – Mayoz II'nin Anlatımı • Derse kısa bir Mayoz I tekrar sorusu ile başlanır. • Sketchfab üzerinde Mayoz II modeli gösterilir. • Evre adlarına girilmeden şu süreçler anlatılır: o Kromatidlerin ayrılması o Hücrenin bir kez daha bölünmesi o Toplam 4 hücrenin oluşması • Öğrenciler öğretmenin çizdiği şemayı defterlerine geçirir. • Mini soru–cevap: "Neden 4 hücre oluşuyor?" **3. Ders Saati – Mayozu Pekiştirme Etkinlikleri** • FenBurada Mayoz Etkinlik Kâğıdı uygulanır. • Ardından Eduhol'dan: o Doğru–Yanlış o Mini test uygulanır. • LearningApps üzerinden: o Görsel sıralama o Mayozun temel özellikleri eşleştirme • Ders sonunda kısa tekrar: "Mayozun sonucu nedir?", "Çeşitlilik nasıl oluşur?"

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	*Eduhol testleri *FenBurada etkinlik kâğıdı *LearningApps uygulamaları *Soru–Cevap

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji ve Teknoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	*Evre isimlerine girilmez, süreç akış olarak anlatılır. *Öğrencilerin dijital araç kullanımındaki farklı seviyeleri dikkate alınarak destek sağlanır. *Teknik aksaklıklara karşı alternatif etkinlikler hazırlanır.

Gamze Nur Özyurt

Fen Bilimleri Öğretmeni

Müdür

DERS PLANI V

I.BÖLÜM

Dersin Adı	Fen Bilimleri	28 Ekim – 03 Kasım 2024
Sınıf	7.Sınıf	
Ünite No-Adı	2.Ünite: Hücre ve Bölünmeler	
Konu	Mayoz	
Önerilen Ders Saati	3 Saat	

II.BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar	F.7.2.3.3. Mayoz ve mitoz arasındaki farkları karşılaştırır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Mayozu mitozdan ayıran özellikler
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	*Web destekli öğretim *Anlatım *Soru–Cevap *Tartışma *Dijital oyun tabanlı öğrenme *Akran çalışması *Model analiz etme

Kullanılacak Araç – Gereçler	Ders Kitabı, EBA, Akıllı Tahta, Web Destekli Materyaller (Sketchfab, Eduhol, Learningapps, Wordwall, Fen Aktivite), Çalışma kâğıtları
Açıklamalar	Mayoz ve mitoz arasındaki farklılıklar verilirken bölünme evrelerindeki farklılıklara değinilmez.
Yapılacak Etkinlikler	1. Sketchfab üzerinden mitoz ve mayozda oluşan hücre sayıları karşılıklı gösterilir. 2. Normal tahtada karşılaştırma tablosu oluşturulur. Eduhol sitesi üzerinden "Mitoz mu? Mayoz mu?" etkinliği yapılır. 3. Learningapps (eşleştirme, yapboz, test) ve Wordwall (doğru-yanlış, eşleştirme, test) etkinlikleri ile konu pekiştirilir. 4. Fen Aktivite sitesi üzerinden çeşitli testler çözülerek ünite tekrarı yapılır.
Öğrenme Süreci	**1. Ders Saati – Mitoz ve Mayozun Karşılaştırılması** • Dersin girişinde kısa düşündürücü sorular: “Mitozda çeşitlilik var mı?” “Mayozun amacı mitozdan nasıl farklıdır?” • Sketchfab üzerinden mitoz ve mayozun sonuçları karşılaştırmalı gösterilir. o Oluşan hücre sayısı o Kromozom sayısındaki değişim o Genetik çeşitlilik durumu o Gerçekleştiği hücre türü • Öğretmen tahtada Karşılaştırma Tablosu oluşturur: o Mitoz → 2 hücre, kromozom sayısı sabit, genetik yapı aynı o Mayoz → 4 hücre, kromozom sayısı yarıya iner, çeşitlilik oluşur • Öğrenciler tablonun sade hâlini defterlerine geçirir.

	• Ders kitabından ünite sonu değerlendirme soruları yapılır. **2. Ders Saati – Pekiştirme ve Dijital Etkinlikler** • Eduhol üzerinden "Mitoz mu? Mayoz mu?" oyunu uygulanır. • Wordwall üzerinden: o Eşleştirme o Kutuyu aç o Doğru–yanlış yapılır. • Öğrenciler küçük gruplara ayrılarak "Hangi durum mitozdur/hangi durum mayozdur?" kartlarıyla sınıf içi oyun oynar. **3. Ders Saati – Ünite Geneli Dijital Tekrar** • Öğretmen, ünite boyunca öğrenilen tüm konuları kısa sorularla hatırlatır. • Akıllı tahtada Fen Aktivite – Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Testleri uygulanır. • Öğrenciler sırayla tahtaya çıkarak hızlı cevap verir. • Wordwall: Eşleştirme, Doğru–Yanlış, Kutuyu aç • LearningApps: Karma ünite testi, Organeller–mitoz–mayoz karışık sıralama etkinlikleri • Eduhol: "Hücre ve Bölünmeler Ünitesi Genel Tekrar" mini test

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme	*Eduhol testleri *Wordwall oyun sonuçları *Soru–Cevap *Mini tablo tamamlama etkinliği *Çalışma kâğıdı *Fen Aktivite ünite testleri *Eduhol değerlendirme testi

	*LearningApps mini testleri *Ders kitabı ünite değerlendirme soruları

IV.BÖLÜM

Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji ve Teknoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

V.BÖLÜM

Planın Uygulanmasıyla İlgili Diğer Açıklamalar	*Öğrencilerin dijital araç kullanımındaki farklı seviyeleri dikkate alınarak destek sağlanır. *Teknik aksaklıklara karşı alternatif etkinlikler hazırlanır. *Değerlendirme süreçlerinde rekabet değil öğrenme önceliklendirilir. *Tüm öğrencilerin aktif katılımı hedeflenir.

Gamze Nur Özyurt

Fen Bilimleri Öğretmeni Müdür

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Özyurt, G. N. ve Coştu, B. (2025). "Hücre ve Bölünmeler" Ünitesinde Web Destekli Öğretim Materyallerinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi. International 10th USBILIM Applied Sciences Congress. (08-12 Kasım 2025)