

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MAYOZ BÖLÜNME
KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE
BİLGİSAYARA DAYALI MATERYALLERİN ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Muhammed Said DOĞRU

TRABZON
Haziran, 2017

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MAYOZ BÖLÜNME
KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE
BİLGİSAYARA DAYALI MATERYALLERİN ETKİSİ**

Muhammed Said DOĞRU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktora Unvanı
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Doç. Dr. Lale CERRAH ÖZSEVGEÇ**

**TRABZON
Haziran, 2017**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı'nda DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 07 / 06 / 2017

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Lale CERRAH ÖZSEVGEÇ

Üye : Prof. Dr. Kenan DEMİREL

Üye : Prof. Dr. Tohit GÜNEŞ

Üye : Doç. Dr. Arzu SAKA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nevin Ferda ŞAHİN

Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Nevzat YİĞİT
Enstitü Müdürü V.

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Muhammed Said DOĞRU

07 / 06 / 2017

ÖN SÖZ

Bu çalışmada; fen bilgisi bölümündeki öğretmen adaylarının, Genel Biyoloji dersinde yer alan Hücre Bölünmeleri Ünitesi kapsamındaki; *mayoz bölünme* konusuna yönelik bilgi eksiklikleri ve kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra bilgisayara dayalı materyaller geliştirerek öğretmen adaylarında tespit edilen yanılğı ve bilgi eksikliklerinin giderilmesine yönelik katkısı araştırılmıştır.

Doktora tezi danışmanlığımı üstlenerek, çalışmanın yürütülmesi sırasında yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyerek araştırma boyunca göstermiş olduğu sabır, hoşgörü ve anlayışı için sayın hocam Doç. Dr. Lale CERRAH ÖZSEVGEÇ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin jüri üyeliğini üstlenen ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocalarım Doç. Dr. Arzu SAKA ve Yrd. Doç. Dr. Nevin Ferda ŞAHİN'e minnettarlığımı bildirmek isterim. Ayrıca çalışmayı yapabilmemi sağlayan ve büyük katkıları olan fen bilgisi öğretmeni adaylarına ve çalışmalarım süresince manevi desteklerini esirgemeyen mesai arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Son olarak, hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan canım babam İsrail DOĞRU ve ailem bu kritik süreçte hiçbir zaman yardım ve desteğini esirgemeyen değerli eşime minnet ve şükranlarımı sunarım.

Haziran, 2017

Muhammed Said DOĞRU

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1. 1. Araştırmanın Amacı.....	6
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	6
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	8
1. 4. Araştırmanın Varsayımları.....	8
1. 5. Tanımlar.....	9
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	11
2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi.....	11
2. 1. 1. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Tespitine Yönelik Araştırmalar.....	11
2. 1. 1. 1. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Tespitine Yönelik Yurtiçi Çalışmalar.....	11
2. 1. 1. 2. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Tespitine Yönelik Yurtdışı Çalışmalar.....	16
2. 1. 2. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Tespit Edilen Yanılgıların Giderilmesine Yönelik Yapılmış Araştırmalar.....	19
2. 1. 2. 1. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Öğrenci Yanılgılarını Gidermeye Yönelik Yurtiçi Çalışmalar.....	19
2. 1. 2. 2. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Öğrenci Yanılgılarını Gidermeye Yönelik Yurtdışı Çalışmalar.....	25
2. 2. Literatür Taramasının Sonucu.....	27
2. 3. Bilgisayar Destekli Öğretim.....	31
2. 3. 1. Bilgisayar Destekli Öğretimin Olumlu ve Olumsuz Yönleri.....	32

2. 3. 2. Bilgisayar Destekli ve Bilgisayar Tabanlı Öğretim	34
2. 3. 3. bilgisayar Destekli Öğretim Uygulama Sahaları.....	35
2. 3. 3. 1. Alıştırma ve Pratik Yapma Yazılımları.....	36
2. 3. 3. 2. Benzetim Yazılımları.....	36
2. 3. 3. 3. Eğitsel Oyunlar	37
2. 3. 3. 4. Problem Çözme Yazılımları	37
3. YÖNTEM	39
3. 1. Araştırma Modeli	39
3. 1. 1. Araştırmanın Tasarlanması	39
3. 1. 2. Araştırmanın Yöntemi	41
3. 2. Araştırmanın Örneklemi.....	41
3. 3. Verilerin Toplanması.....	42
3. 3. 1. Veri Toplama Araçları	42
3. 3. 1. 1. Test.....	43
3. 3. 1. 1. 1. Mayoz Bölünme Kavrama (MBK) Testi.....	43
3. 3. 1. 1. 2. Mayoz Bölünme Kavrama Testi Sorularının Özellikleri	44
3. 3. 1. 1. 3. Kavram Başarı Testinin Geçerliği	45
3. 3. 1. 1. 4. Mayoz Bölünme Kavram Testinin Güvenirliği	46
3. 3. 1. 2. Mülakat.....	47
3. 3. 1. 2. 1. Araştırmada Kullanılan Mülakat	48
3. 3. 2. Çalışmada Kullanılan Bilgisayara Dayalı Öğretim Materyali	49
3. 3. 2. 1. Konunun ve İçeriğin Belirlenmesi.....	49
3. 3. 2. 2. Uygun Yazılımın Seçilmesi	49
3. 3. 2. 3. BDÖ Materyalinin (Yazılımın) Sistem Gereksinimleri	50
3. 3. 2. 4. BDÖ Materyali	51
3. 4. Verilerin Analizi.....	52
3. 4. 1. Mayoz Bölünme Kavrama (MBK) Testi Verilerinin Analizi	52
3. 4. 2. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi	54
4. BULGULAR.....	56
4. 1. Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular.....	56
4. 2. İkinci Alt Probleme Yönelik Bulgular	58
4. 3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular	88
4. 4. Kavramlara Yönelik Yapılan Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	88
4. 5. Materyale Yönelik Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	103

5. TARTIŞMA	113
5. 1. Mayoz Bölünmede Geçen Temel Kavramlar ile İlgili Yanılgıların Tartışılması.....	113
5. 2. Mayoz Bölünmenin Safhaları ile İlgili Yanılgıların Tartışılması	117
5. 2. 1. Crossing-Over Kavramı ile İlgili Yanılgıların Tartışılması	123
5. 2. 3. Kalıtsal Çeşitlilik ile İlgili Yanılgıların Tartışılması	124
5. 3. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma	125
5. 4. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma	127
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	128
6. 1. Sonuçlar	128
6. 1. 1. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar	129
6. 1. 2. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar	129
6. 2. Öneriler	129
6. 2. 1. Araştırmanın Sonuçlarına Göre Yapılan Öneriler	129
6. 2. 2. Diğer Araştırmacılara Öneriler.....	130
7. KAYNAKLAR	132
8. EKLER	159
9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ	181

ÖZET

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Mayoz Bölünme Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Bilgisayara Dayalı Materyallerin Etkisi

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi eğitimindeki öğretmen adaylarının, mayoz bölünme konusuna yönelik bilgi eksiklikleri ve kavram yanılgılarını tespit etmek ve tespit edilen yanılğı ve bilgi eksikliklerinin giderilmesine yönelik olarak, bilgisayara dayalı materyaller geliştirip uygulayarak bu materyalin etkisini araştırmaktır. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı uygulama, Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi 2. sınıfta öğrenim gören 100 öğretmen adayı ile (50 deney grubu ve 50 kontrol grubu) yürütülmüştür. Çalışmanın verileri; Mayoz Bölünme Kavrama Testi (MBK), Kavramlara ve Materyale Yönelik Mülakatlar, sınıf içi gözlemler ile toplanılmıştır. Elde edilen nicel verilerin; tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ve bağımsız t testi yapılmış ve ön ve son test sonuçları arasındaki istatistiki farkı belirlemek için Post Hoc (Tukey HSD) testi de uygulanmıştır. Nitel veriler ise içerik ve betimsel analize tabi tutularak analiz edilmiştir. Yapılan uygulamalar sonrasında materyalin deney grubu öğretmen adaylarının başarılarında, yanılgılarının giderilmesinde ve öğrenmelerinin kalıcılığı arasında anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kavrama testi sonuçları incelendiğinde öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgılarında istenilen oranda bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Sınıf içi gözlemlerde ve mülakatlarda materyalin eğlenerek öğrenme ortamı sağladığı, kavramların soyut bir durumdan somut bir hale gelmesine katkı sağladığı ve adayların kavramları zihinlerinde kalıcı bir şekilde yerleştirdikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak bu alanda çalışacak araştırmacılara ve eğitimcilere bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hücre Bölünmeleri, Bilgisayara Dayalı Materyal, Kavram Yanılgısı, Fen Eğitimi.

ABSTRACT

The Effect Of Computer Based Materials On Eliminating The Misconceptions Of Science Teacher Candidates About The Meiosis

The purpose of this study is to identify the science teacher candidates' lack of information and misconceptions about Meiosis, and to develop a computer based material to overcome the identified misconceptions of the candidates and also to determine the effectiveness of this material. The quasi-experimental method was used in the study. The study was conducted with 100 second year candidates. (50 experimental groups and 50 in the control group) who were from Science department of Kastamonu University Faculty of Education. Data of the study were collected by using the Meiosis Division Coupling Test (MDC), interviews and classroom observations. One-way variance analysis (One-Way ANOVA) and independent t-test was used for the quantitative data and Post Hoc (Tukey HSD) test was also used to determine the statistical difference between the pre and post test results. Qualitative data were analyzed by using descriptive analysis. The results of the study showed that the material has significant effects on the experimental group candidates regarding the elimination of misconception and retention of the learned knowledge. It has been determined that there was a reduced range of misconceptions of the teacher candidates. The data based on classroom observations and interviews indicated that the material provided enjoyable learning environment, this also contributes the concretization of the concepts and the retention of the concepts in the candidates' minds. Depending on the obtained results, it was offered suggestions to the researchers and the educators who will work in this subject area.

Keywords: Cell divisions, Computer-Based Material, Misconception, Science Education.

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Hücre Bölünmeleri ile İlgili İncelenmiş Yurtiçi Çalışmalar.....	14
2.	Hücre Bölünmeleri ile İlgili İncelenmiş Yurtdışı Çalışmalar	18
3.	Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Giderilmesi ile İlgili İncelenmiş Yurtiçi Çalışmalar	23
4.	Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Giderilmesi ile İlgili İncelenmiş Yurtdışı Çalışmalar.....	26
5.	Literatürde Yer Alan Kavram Yanılgıları	29
6.	Asıl Uygulama Çalışmalarına Katılan Örneklemin Cinsiyete Göre Dağılımı.....	42
7.	Mayoz Bölünme Kavrama Testindeki Soruların Konuları.....	45
8.	Öğretmen Adaylarının Mayoz Bölünme Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları.....	56
9.	Deney ve Kontrol Gruplarının Kavramsal Anlama Testinin Ön Uygulamasından Aldıkları Puanların Karşılaştırılması	58
10.	Deney ve Kontrol Gruplarının Kavramsal Anlama Testinin Aldıkları Son Uygulamalarından Puanların Karşılaştırılması.....	59
11.	Deney ve Kontrol Gruplarının Ön ve Son Test Uygulamalarından Aldıkları Puanların Karşılaştırılması.....	59
12.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	60
13.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	61
14.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	62
15.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	63

16.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	64
17.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	65
18.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	66
19.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	67
20.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	69
21.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	70
22.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Birinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	71
23.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On İkinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	73
24.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	74
25.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	75
26.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	76
27.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	77
28.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	78

29.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	79
30.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	80
31.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	81
32.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirminci Birinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	82
33.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi İkinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	84
34.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	85
35.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	86
36.	Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları.....	87
37.	Deney ve Kontrol Gruplarının Gecikmiş Testten Aldıkları Puanların Karşılaştırılması	88
38.	Öğretmen Adaylarının Mülakatın Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar	89
39.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	91
40.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	93
41.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	94
42.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	96
43.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	98

44.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	99
45.	Öğretmen Adayların Mülakatın Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar	100
46.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar	101
47.	Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	102
48.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar	103
49.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	105
50.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	106
51.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar	107
52.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar	108
53.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar	109
54.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar	110
55.	Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Mülakatın Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar.....	112
56.	Araştırma Tespit Edilen ve Literatürde Rastlanmayan Alternatif Fikirler	126

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması	40



KISALTMALAR LİSTESİ

- MEB** : Milli Eğitim Bakanlığı
DNA : Deosiribonükleik Asit
BDÖ : Bilgisayara dayalı Öğretim
BTÖ : Bilgisayar Tabanlı Öğretim
MBK : Mayoz Bölünme Kavrama Testi
DG : Deney Grubu
KG : Kontrol Grubu
KTÜ : Karadeniz Teknik Üniversitesi

1. GİRİŞ

Çağımızda, tüm dünyada, bilim ve teknoloji alanında meydana gelen hızlı gelişmeler her alanda kendini göstermektedir. Bu gelişmeler aynı zamanda toplumların gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde de önemli bir kriter haline geldiğinden, ülkeler de bu alanda kendilerini geliştirmeye odaklanmış ve zaman içerisinde bu bir yarış halini almıştır. Bu ilerlemelerin yaşandığı önemli alanlardan biride fen bilimleridir. Bu nedenle her geçen gün insan hayatında ve ülkelerin kalkınmasında fen bilimlerinin önemi daha da artmaktadır. Bu da fen bilimleri eğitiminin ve bu alanda kaliteli bilim insanları yetiştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Tüm bunlar düşünüldüğünde öğretim kademelerinde verilecek fen eğitimin kalitesi önem arz etmektedir (Açıkgöz, 2003; Harrison, 2001; Topsakal, 1999).

İyi bir fen eğitimi için; öğrencilerde, fizik, kimya ve biyoloji gibi alanlarda sağlam bir altyapı oluşturulması gereklidir. Aksi takdirde gelişmelere ayak uydurmak zorlaşacaktır. (Coles, 1998; Kolstoe, 2001; Yager, 1992). Bu bağlamda gelişmiş ülkelerle birlikte ülkemizde de bu gelişmeleri dikkate alarak, okul programlarında fen bilgisi, matematik ve teknoloji ile ilgili konulara ağırlık verilmiştir (Engin, Tösten ve Kaya, 2010; Tekerek, Altan ve Gürbüz, 2014). Bu gelişmelere paralel olarak da; yeni fen programları geliştirilerek, birçok proje ortaya konulmuştur (Gezer, Köse, Durkan, Uşak, 2003; Küçükahmet, 2004).

Fen bilimlerinin bir dalı olan biyoloji bilimi, sosyal yönünün olması ve diğer bilim dallarıyla yakın ilişkisinin olması yönünden dolayı farklı bir konumdadır. Bireylerin sosyal, psikolojik ve ekonomik yönden daha sağlıklı düşüncelerine yardımcı olduğundan bilimsel değerlerin ön planda olduğu gelişmiş toplumların ortaya çıkmasında biyoloji eğitiminin önemli bir yeri vardır. Bu da kaliteli bir biyoloji eğitiminin verilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Biyoloji eğitiminin kaliteli olması için öğrencilere konuların, ezberletilmeden, ilgili kavramların bilişsel yapılarına uygun olarak öğretilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin ihtiyaç duyabileceği diğer kavramlara ulaşma yolları da öğretilmelidir. Bu durum kavram öğretimine yönelik yeni arayışlara neden olmuştur. (Ayvacı ve Devocioğlu, 2002; Güneş ve Güneş, 2005; Özsevgeç, 2007; Yıldırım, Köklükaya ve Aydoğdu, 2016).

Yapılan araştırmalara göre fen eğitiminde karşılaşılan en önemli problemlerden biri de kavram yanılgılarıdır. Biyoloji alanında da karşılaşılan bu yanılgılar nedeniyle öğrencilerin konuları tam olarak kavrayamadığı bilinmektedir (Ayvacı, Özsevgeç, Cerrah, 2004; Karamustafaoğlu ve Ayas, 2002; Özsevgeç, 2007; Saka ve Ayas, 2002). Öğrenciler biyolojiyi karmaşık, sözel ve zor bir ders olarak algılamaktadır (Kwen, 2005; Orcajo ve Aznar, 2005). Biyoloji dersi soyut kavramları ve Latince kelimeleri içerdiği için öğrenciler tarafından ezberlenerek öğrenilmeye çalışılmaktadır. Anlamı anlaşılmadan

ezberlenen bilgiler öğrencilerin zihinlerinde kavram yanlışlarına neden olmakta, yeni bilgilerin eklenmesi de bu yanlışların devam etmesine sebep olabilmektedir (Ayvacı ve Devocioğlu, 2002; Özsevgeç, 2007; Saka, 2006). Öğrencilerin günlük hayatlarında kullandıkları ve tecrübeleri sonucu edindikleri bilgileri biyoloji konu ve kavramları için de gelişigüzel kullanmaları bu yanlışların ortaya çıkma sebeplerinden biridir (Driver, Leach, Scott ve Wood-Robinson, 1994; Soyibo, 1995). Formal eğitimin de yanlışlara neden olduğu ve zor düzeltildiği yapılan çalışmaların bulguları arasında gösterilmiştir (Riche, 2000; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Ayrıca ilköğretim ve ortaöğretim biyoloji konularındaki pek çok konu içeriğinin genel olmasının, fazla yabancı kelime kullanılmasının, konular arası ilişkilerin karmaşıklığının, anlaşılmayı zorlaştırdığı hatta yanlışlara da sebep olabildiği belirtilmektedir (Çakmak, 2005; Kwen ve Lawson, 2000; Orcajo ve Aznar, 2005; Şahin, Gürdal ve Berkem, 2000; Toyoma, 2000). Biyoloji konusunda da yapılan çalışmalarda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarından bazıları şunlardır: Büyüme ve gelişme (Çelik ve Çavaş, 2012), evrim teorisi (Brumby, 1984), hücre yapısı ve fonksiyonu (Özay Köse, 2014), fotosentez (Amir ve Tamir, 1994), difüzyon ve osmoz (Artun, 2009; Odom ve Barrow, 1995), denetleyici ve düzenleyici sistemler (Özsevgeç, 2007), biyoteknoloji (Doğru, 2011), genetik (Kocadağ, 2010; Saka ve Cerrah, 2004; Tekkaya, Çapa, Yılmaz, 2000; Temelli, 2006) vb. Yapılan araştırmalara göre, bu yanlışlar öğrencilere anlamlı geldiği için değiştirilmesi oldukça zordur (Bahar, 2003; Hand ve Treagust, 1991; Kurt, 2013). Bu nedenle var olan bu tür bilgilerin öğretmenler tarafından ortaya çıkartılması eğitimin kalitesini artırma bakımından önem arz etmektedir. Bundan dolayı öğretmenlerin, öğretim metotlarını düzenlerken öğrencilerin ön bilgilerini ve kavram yanlışlarını dikkate almaları gerekmektedir. Yanlışların giderilmesi sürecinde yanlış olduğunun söylenmesi yeterli değildir (Hynd, 2001; Saka, 2006; Ünal, 2007). Öğrencilerin beklentileri ile gördükleri arasındaki farklılıkları ayırt edebilmeleri teşvik edilmelidir (Bodner, 1986; Pines ve West, 1991). Kavramların öğrenci seviyesine uygun verilmemesi ve verilme sırasının takip edilmemesi de yanlışların giderilmesini güçleştirmektedir (Tatman, 2008).

Araştırmacılar; öğrenilmesi gereken bilgilerin çokluğu sebebiyle bu bilgilerin öğretilmesinin kolay olmayacağını, bunun yerine temel kavramların ve bunların öğretilmesi ile ilgili yöntemler üzerine çeşitli araştırmalar yapılmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Ayas, 1995; Demirel, 1996; Varış, 1996). Bu düşünce doğrultusunda ülkemizde kavram öğretimi konusunda çalışmalar yapılmaya başlanmış (Ayas, 1995; Azar, 2001; Colletta ve Chiappetta, 1989; Coştu, 2006; Çepni, 2005; Özmen, 2002; Özsevgeç, 2007; Saka, 2006; Ünal, Coştu ve Karataş, 2004) ve sonucunda kavram öğretimi, kavram yanlışları, kavram yanlışlarının giderilmesi gibi yeni araştırma alanları ortaya çıkmıştır. Eğitim-öğretim

öncesinde kavram yanlışlarının belirlenmesi; öğretim sürecinde öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarını gidermeye yönelik olarak geliştirilecek olan uygun materyallerin hazırlanmasına imkan sağlamaktadır.

Biyolojinin önemli konularından biri olan hücre bölünmesi, diğer konulara göre daha soyut kavram içermesi, bu kavramların günlük hayatta fazla kullanılmaması, nedeniyle zor öğrenilebilen bir konudur. Soyut ve karmaşık olan kavramları somutlaştırmak ve öğrencilerin zihinlerinde anlamlı hale getirmek oldukça zordur (Aydın, 2011; Kılıç ve Sağlam, 2008; Saka, 2006). Bu durumda kavram öğretimi metotlarının iyi seçilmesi ve öğrenme etkinliklerinin kavram yanlışlarına sebep olmayacak şekilde düzenlenmesi daha da önem kazanmaktadır.

Son yıllarda eğitim-öğretimin kalitesini arttırmak için; bilginin anlamlı öğrenmeye dönüştürülmesi, geleneksel öğretim yöntemlerinden öğrenci merkezli öğretim yöntemlerine geçişi gibi çeşitli arayışlara gidilmektedir (Alkan, Akkaya ve Köksal, 2016; Balcı ve Yenice, 2016). Mayoz bölünmeyle ilişkili olan genetik konularında çalışma yapıları, benzeşimler, senaryo tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme gibi yöntemler kullanılarak geliştirilen materyaller bulunmaktadır (Doğru, 2000; Kocadağ, 2010; Parim, 2001; Saka ve Akdeniz, 2006; Venville ve Treagust, 1998). Ancak mayoz bölünme konusu ile ilgili materyal geliştirme çalışmalarının sınırlı olduğu görülmüş ve hücre bölünmelerini kapsayan çalışmaların azlığı dikkat çekmiştir (Balcı ve Yenice, 2016; Elangovan, 2017).

Öğretmenlerin eğitim öğretimde öğrencilere bilgilerin öğretilmesi konusunda birincil kaynak olduğu düşünüldüğünde konu ve kavramların öğretilmesinde öğretmen ve öğreticilerin bilimsel gerçeklerle tutarlı alan bilgilerine sahip olmaları gerekmektedir. Konu alan bilgisi yetersiz öğretmenlerin öğrencilere bilgileri tam olarak aktaramadıkları ve öğrenciler üzerinde olumsuz etkiye sahip oldukları yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir (Berg ve Brouwer, 1991; Halim ve Meerah, 2002). Öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasında öğretmenlerin de etkisi olduğu ve eksik bilgileri ile öğrencilerin zihinlerinde anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiremedikleri yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır (Ebenezer ve Ericson, 1996; Sewell-Smith, 2004; Valanides, 2000). Nitekim Sanders (1993), Soyibo (1995), Yip (1998a) biyoloji öğretmenleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada öğretmenlerin büyük bir kısmında biyoloji ile ilgili kavramalarda yanlışlara sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin ders kitaplarındaki bilgileri kontrol etmeden işleyebildikleri ve konuları sadeleştirirken farkında olmadan öğrencilerde öğrenme problemlerine yol açabildikleri belirtilmektedir (Sewell-Smith, 2004; Soyibo, 1995; Yip 1998a, 1998b).

Öğretmenler bilgi yetersizlikleri ortaya çıkabileceği endişesi ile kavramsal anlamalarını araştıran çalışmalara genelde ilgisiz kalabilmektedirler, (Douvdevany, Dreyfus ve Jungwirth, 1997). Bu durum öğretmenlerle çalışmasını zorlaştırdığı için, araştırmacılar daha çok göreve yeni başlayacak öğretmen adayları ile çalışmaya yönelmektedir. Öğretmen adaylarının yanılgılarının göreve başlamadan önce tespit edilerek giderilmesi bu yanılgılarını mesleki yaşantılarına taşıma riskini azaltabilecektir (Bernhisel, 1999 Tekkaya, 2002; Yip, 1998c). Bu sebeple, hücre bölünmeleri ünitesinde yer alan mayoz bölünme konusu ile ilgili öğrencilerin anlama zorluğu çektikleri konularda, öğretmen adaylarının yanılgılarının olup olmadığının araştırılması, varsa bunların giderilmesi, okullarda yapılan biyoloji ve fen öğretiminin kalitesinin artırılması açısından oldukça önemli görülmektedir. Öğretmenin iyi bir konu alan bilgisine sahip olması, pedagojik bilgisinin gelişmesi için de bir ön koşul olarak belirtilmektedir (Driel, Verloop ve De Vos, 1998; Halim ve Meerah, 2002). Öğretmen adaylarında tespit edilen yanılgıların, eğitim fakültelerinde verilen eğitimin planlanmasında da önemli bir kaynak olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

Teknoloji alanındaki ilerlemeler birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir. Özellikle bilgisayarın kullanımı eğitimdeki sorunlara çözüm bulmasında tartışılmayacak bir şekilde yardımcı olmuştur (Hançer, 2007; Rajasekar ve Vaiyapuri, 2007). Bilgisayarlara ait yazılım ve donanımların eğitimde kullanılması öğrencilere güvenilir bilgiyi sunmuştur. Aynı zamanda karmaşık konuların sadeleştirilerek ve daha fazla görsellik katılarak öğretilmesi sürecinde önemli bir öğretim aracı haline gelmiştir (Mercan, Filiz, Göçer ve Özsoy, 2009).

Eğitim-öğretimde bilgisayarların kullanılması ile 'Bilgisayar Destekli Öğretim' kavramı ortaya çıkmıştır. Bilgisayarların eğitim-öğretimdeki tüm faaliyetlerde kullanılması BDÖ kavramını genel olarak tanımlamaktadır (Gül, 2011). Öğretim sürecinde bilgisayarlar sistemin tamamlayıcı bir parçası olarak kullanılmaktadır. Buradaki amaç, bilgisayar ortamındaki öğretim materyalinin öğrenciye sunulurken öğrencinin aktif katılımını sağlamaktır (Kara ve Yeşilyurt, 2007a; Uşun, 2000).

Ayrıca eğitim-öğretim sürecinde bilgisayarların kullanılması bu alanda çeşitli araştırmaların yapılmasını sağlamıştır (Cady ve Terrell, 2008; Chen, 2008; Güzeller ve Korkmaz, 2007; Herriot, Bishop ve Truby, 2004; Lin, Ching, Ke ve Dwyer, 2007; Soyibo ve Hudson, 2000; Torgesen, Wagner, Rashotte, Herron ve Lindamood, 2010; Tutty ve Klein, 2008; Uglo, 2005; Ünal, 2007; Yushau, 2006). Yapılan çalışmalar, BDÖ'nün özellikle biyoloji derslerinin öğretilmesi konusunda önemli yararlarının olduğunu göstermiştir. Soyut kavramların somutlaştırılmasında, öğrencilerdeki kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğu ve öğrencilerin derslere karşı başarı ve tutumlarında anlamlı artışın yaşandığı

birçok araştırmada ifade edilmiştir (Akgün, 2005; Akpınar, 2006; Chang, 2000; Gandole, Khandevale ve Mishra, 2006; Gönen ve Kocakaya, 2005; Gül, 2011; Hançer ve Tüzemen, 2008; Hennessy, Wishart, Whitelock, Deane, Brawn and Velle, 2007; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Kutluca ve Birgin, 2007; Ocağ ve Ocağ, 2002; Pektaş, Çelik, Katrancı ve Köse, 2009; Pektaş, Türkmen ve Solak, 2006; Pol, Harskamp ve Suhre, 2008; Taş, Köse ve Çepni, 2006; Wekesa, Kiboss, Ndirangu, 2006; Yenice, 2003; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Yusuf ve Afolabi, 2010).

Bilgisayar destekli eğitimde başarının artırılmasında bilgisayar donanımlarının yanı sıra uygun ve doğru hazırlanmış eğitim yazılımlarının kullanımının da önemi büyüktür (Arıcı ve Dalkılıç, 2006). Son zamanlarda ticari olarak geliştirilen ve az sayıda bulunan ders yazılımlarının çeşitli eleştirilere maruz kalmasının yanında (Öztürk ve İnan, 1998; Yiğit 2002, 2004) öğrencilerin başarılarında ve kavramları tam olarak öğrenmelerinde olumlu etkiyi sağladıkları ifade edilmiştir (Kara ve Kahraman, 2008; Özmen, 2007). BDÖ'nün olumlu yanlarının üstün gelmesi ders yazılımlarının önemini artırmış, bu konuda daha kaliteli yazılımların geliştirmesine katkı sağlamıştır (Gandole ve diğ., 2006; Güler ve Sağlam, 2002; Güzeller ve Korkmaz, 2007; Kara, 2009).

Biyoloji alanıyla ilgili geliştirilen ders yazılımlarının çoğunluğunda genetik, enzimler, fotosentez, mikrobiyoloji vb. gibi konuların ele alındığı görülmektedir. (Gül, 2011; Huppert, Lomask ve Lazarowitz, 2002; Saka ve Akdeniz, 2006; Sezen, Bahçekapılı, Özsevgeç ve Ayas, 2008; Taş ve diğ., 2006; Taşçı ve Soran, 2008; Yakışan, Yel ve Mutlu, 2009). Bu konularda çalışma yapıları, benzeşimler, senaryo tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme gibi yöntemler kullanılarak geliştirilen materyaller de bulunmaktadır (Kocadağ, 2010; Parim, 2001; Saka ve Akdeniz, 2006; Venville ve Treagust, 1998). Ancak hücre bölünmelerini kapsayan çalışmaların azlığı dikkat çekmiştir (Aydın, 2011; Elangovan, 2017; Güler ve Sağlam, 2002; Kara ve Yeşilyurt, 2007a).

Bu nedenle bu araştırma, öğretmen adaylarının öğrenmede zorluk çektikleri mayoz bölünme ile ilgili kavramlara yönelik, değişen yeni öğretim programı ile uyumlu, öğrenci ve öğretmen istek ve ilgilerini dikkate alan bilgisayara dayalı ders materyali olarak hazırlanmıştır. Bu materyaller, öğretmen adaylarının başarılarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisinin araştırılarak muhtemel problemlere karşı gerekli çözüm önerilerini ortaya koyabilmesi açısından önemlidir.

Yapılan bu çalışmada öğrencilerin mayoz bölünme ile ilgili kavram yanlışları belirlenmiş ve geliştirilen bilgisayara dayalı öğretim materyali ile öğrencilere konu anlatılmıştır. Uygulama sonrasında bilgisayara dayalı öğretimin etkisi ortaya konulmuştur. Ayrıca literatür incelendiğinde, hücre bölünmeleri ve fen konuları ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi hakkında birçok çalışmaya rastlanmıştır (Atılboz, 2004; Aydın

ve Balım, 2009; Aydın ve Balım, 2013a; Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Balcı, 2015; Bozkurt, Salman Akın ve Uşak, 2004; Canbulat ve Şaşmaz Ören, 2009; Cuthbert, 2005; Demir, 2008; Doğru, 2000; Kılıç ve Sağlam, 2008; Köse, 2004; Saka ve Cerrah, 2004; Özdemir, 2005; Özsevgeç, 2007; Tatar ve Cangünsü Koray, 2005; Teixeira, 2000; Topçu, 2004; Ünal, 2007; Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004), ancak kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik çalışmaların sınırlı sayıda yer aldığı (Durmuş, 2009; Ekici, Ekici ve Aydın, 2007; Gökçe, 2002; Kocadağ, 2010; Özkan, Tekkaya ve Geban, 2001; Saka, Akdeniz, Bayrak ve Asilsoy, 2006; Tekkaya, 2003) görülmektedir. Bu nedenle mayoz bölünmeyi bütünsel olarak ele alıp bu konudaki kavram yanlışlarını giderme konusunda yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılamaması çalışmamızın bu yönde literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. 1. Araştırmanın Amacı

Gerçekleştirilen bu çalışmada temel alınacak amaçlardan birisi fen bilgisi eğitimindeki öğretmen adaylarının, Genel Biyoloji dersinde yer alan Hücre Bölünmeleri Ünitesi kapsamındaki; *mayoz bölünme* konusuna yönelik bilgi eksikliklerini ve kavram yanlışlarını tespit etmektir. Diğer amaç ise bilgisayara dayalı materyaller geliştirerek öğretmen adaylarında kendilerinde tespit edilen yanlış ve bilgi eksikliklerinin giderilmesine katkıda bulunmaktır.

Buradan yola çıkarak bu araştırmanın temel problemini 'Hücre Bölünmeleri Ünitesinde yer alan mayoz bölünme konusuna yönelik bilgisayara dayalı eğitim materyali geliştirerek uygulanmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının, bilgi eksikliklerinin ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerinde etkisi nedir?' sorusu oluşturmaktadır. Bu temel problem kapsamında, araştırma süresince aşağıdaki alt problemlere cevap aranacaktır:

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının, mayoz bölünme konularındaki kavram yanlışları nelerdir?
2. Bilgisayara dayalı olarak hazırlanan materyallerle derslerin yapıldığı deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının başarısı arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Deney ve kontrol gruplarındaki adayların mayoz bölünme konusuna ilişkin öğrenmelerinin kalıcılığı arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Çağımızda bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler ülkelerin geleceğini etkileyecek şekilde hızla artmaktadır. Bu durum ülkeleri fen bilimlerine önem vermeye ve yapılan

çalışmaları desteklemeye sevk etmiştir. Bu da etkili bir fen eğitiminin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla fen bilimlerinin etkili öğretimi ve bu alanda kaliteli öğretmen yetiştirilmesi ile ülkelerin kalkınma düzeyi doğru orantılı hale gelmiştir. Diğer taraftan etkili bir eğitim, yeterli düzeyde alan bilgisi, pedagojik bilgi ve program bilgisine sahip iyi yetişmiş öğretmenle sağlanabilir (Trowbridge, Bybee ve Powell, 2002). Alan bilgisi, öğretmenin öğreteceği disiplinle ilgili kavramları ve prensipleri bilmesi, bunları farklı şekillerde organize edebilmesi, konu ile ilgili temel kavramsal çatıları kurabilmesi ve farklı disiplinler arası ilişkiyi anlaması olarak ifade edilmektedir. Pedagojik bilgide ise öğretmenin öğrencisinin konu ile ilgili mevcut kavramlarını, kavram yanlışlarını ve öğrenme problemlerini bilmesini ve bu konuyu en iyi ne şekilde sunabileceği bilgisine sahip olmasını gerektirmektedir. Burada öğretmenin, konularla ilgili öğrencilerin öğrenme problemlerini, kavram yanlışlarını bilmesi ve konuyu bunlara göre işlemesi gerekmektedir. Program bilgisi ise öğretmenin öğretim programında var olan öğretim metotlarına, araç-gereçlerine, hedef ve davranışlara hakim olması şeklinde ifade edilmiştir (Shulman, 1986; Trowbridge ve diğ., 2002).

Öğretim sürecinde önemli bir yere sahip olan öğretmenlerin, öğrencilere uygun öğrenme stilleri ile alternatif öğretim metotları sunması gerekmektedir (Diesterhaft ve Jaus, 1997). Bunun için öğretmen adaylarının öğretim yöntem ve tekniklerini farklı şekillerde kullanabilme, öğrencilerin zihinlerinde anlamlı bilgiyi sağlayabilme ve kavram yanlışlarını giderebilme becerilerine sahip olmaları gerekir. Bu da öğretmen adaylarının bu konulara hâkim olup bu yönde tam donanımlı olarak yetişmeleriyle sağlanabilir (Saka, 2006).

Fen bilimleri alanlarından olan biyoloji konularını öğrencilerin anlamada, öğretmenlerin de anlatmakta zorlandıkları bilinmektedir (Saygın, Atılboz ve Salman, 2006). Bu alanda soyut kavramların fazla olmasının yanında öğretmenlerin konuları anlatırken klasik yöntem kullanmaları öğrencilerin konuları anlamalarında güçlük yaşamalarına sebep olmaktadır (Alkan ve diğ., 2016; Kılıç ve Sağlam, 2004; Saygın ve diğ., 2006; Yates ve Marek, 2014; Yürük ve Çakır, 2000). Bunun yanında öğrencilerin de biyolojinin farklı konularında anlama güçlükleri yaşamaları kavram yanlışlarının oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Akpınar, 2006; Atılboz, 2004; Çetin ve Ertepinar, 2004; Dalkıran ve Kesercioğlu, 2004; Kılıç ve Sağlam, 2004; Klymknowsky ve Doxas, 2008; Konuk ve Kılıç, 2002; Küçük, 2005; Kwen, 2005; Sungur ve Tekkaya, 2003; Tekkaya ve diğ., 2000; Temelli, 2006; Türkmen, Çardak ve Dikmenli, 2002; Yürük ve Çakır, 2000). Ayrıca kavramların somutlaştırılması ve anlamanın tam olmasında teknolojik desteğin etkili olduğu yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Akpınar, 2006; Saka ve Akdeniz, 2006).

Hücre bölünmeleri ile ilgili konular birbiriyle ilişkili olduğu için, öğrenciler mayoz bölünme konusuna ait kavramsal anlamayı etkili bir şekilde gerçekleştiremediğinde devamındaki diğer konularda da öğrenme problemleriyle karşı karşıya gelebileceklerdir. Aynı zamanda biyoloji konuları içerisinde mayoz bölünmenin zor anlaşıldığı çeşitli araştırmalarda ifade edilmiştir (Alkan ve diğ., 2016; Atılboz, 2004; Saka, 2006). Özellikle hücre bölünmeleri ile ilgili birçok öğrencinin kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya konmuştur (Balci, 2015; Emre ve Bahşi, 2006; Kindfield, 1991; Özkaya, 2013; Ünal, Akıncı ve Şahin, 2001). Bu nedenle, öğrencilerin mayoz bölünme ile ilgili kavramları anlamlı bir şekilde öğrenebilmeleri için öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu konulardaki yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesi gerekmektedir.

Önceki yıllarda kavram yanlışlarını gidermeye yönelik birçok çalışma yapılmış, fakat Fen Bilgisinin önemli konularından olan mayoz bölünme konusuyla alakalı ülkemizde yükseköğretim düzeyinde sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır (Aydın, 2011; Balci ve Yenice, 2016). Yapılan bu araştırma; öğretmen adaylarının bu konu hakkındaki kavram yanlışlarının olup olmadığının tespit edilmesi ve kavram yanlışlarının giderilmesi için yapılacak yeni çalışmalara katkı sağlayacaktır. Bu araştırmanın, benzer konularda çalışma yapacaklara da yardımcı olması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında 2. sınıfta öğrenim gören yüz öğretmen adayı ile yürütülmüştür.
2. Bu çalışma bilgisayara dayalı öğretim yöntemi ile geleneksel eğitimin etkinliğine dönük olarak "mayoz bölünme" konusu ve bu konunun uygulama süresi olan toplam 10 ders saati ile sınırlıdır.
3. Bilgisayara dayalı eğitim için kullanılan araç-gereçler okullarda var olan bilgisayarlar ve bu konu için özellikle hazırlanmış ve oluşturulmuş olan animasyonlar ve bilgisayar programları ile sınırlıdır.
4. Kapsam açısından, uygulamayı yapanlar, öğrencilerin davranışları ve bu davranışları etkileyen koşullar ile sınırlı tutulmuştur.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

1. Öğrencilerin araştırmada veri toplama amacıyla kullanılan test ve mülakatlardaki soruları samimi olarak cevaplandıkları ve kavramsal

gelişimlerini belirlemede kullanılan bu cevapların, araştırılan kavramla ilgili anlamalarını tam olarak yansıttığı varsayılmıştır.

2. Çalışmaya katılan öğrencilerin demografik özellik bakımından ailelerinin de sosyal ve ekonomik açıdan birbirlerine yakın olduğu varsayılmıştır.
3. Örneklem grubu içerisinde yer alan öğrencilerin bilgisayar derslerini daha önce aldıkları belirlendiği için, çalışmaya katılan her bir öğrencinin temel bilgisayar bilgilerine sahip olduğu varsayılmaktadır.
4. Çalışma kapsamında yapılan literatür araştırması, kavram yanlışlarının belirlenmesi ve çalışmanın yönteminin sağlam temellere dayandırılması açısından yeterlidir.
5. Araştırmadaki materyallerin geliştirilmesinde alan eğitimcilerinin ve öğretmenlerin görüşlerinden faydalanılması, materyallerin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmıştır.

1. 5. Tanımlar

Kavram Yanılgıları: Öğrencilerin kendilerine özgü biçimde anlam verdikleri bilimsel olarak doğru olmayan kavramlardır (Saka, 2006). Bu yanılgılar daha çok öğrencilerin kendi deneyimleri sonucu oluştukları için anlamlı öğrenmeyi engelleyen bilgilerdir.

Bilgisayara Destekli Öğretim (BDÖ): Eğitim-öğretim sürecinde öğrencilerin derse karşı motivasyonunu artırmak ve öğrenme hızlarını da dikkate alınan ve araç olarak kabul edilen bilgisayarların öğrenme ortamlarında kullanılması bilgisayar destekli öğretim olarak tarif edilmektedir (Akkoyunlu, 1998; Şahin ve Yıldırım, 1999; Uşun, 2000).

Geleneksel Yöntem: Öğretmenin liderliğinde düz anlatım, soru-cevap ve tartışma gibi yöntemlerin kullanıldığı öğretmen merkezli bir modeldir. Bu yöntemde ders akışına, öğrencilerin nasıl yönlendirileceğine ve dersle ilgili değerlendirmenin nasıl yapılacağına öğretmen karar verir. Bilginin etkili aktarılması esas olup öğrencinin sadece aktarılan bilgiyi alma anlayışı benimsenmiştir. Bu benimsenme sonucu öğretmen sınıfta sadece bilgileri aktaran bir otorite, öğrenci ise aktarılan bilgileri sorgulamadan kabul eden ve kişisel görüşleri olmayan bir kişi olarak görülmektedir. Ders kitaplarına aşırı bağımlılık olup öğrenenler arasındaki bireysel farklar dikkate alınmaz. Öğrenciler bilgiye ulaşma bakımından herhangi bir çaba göstermeyip araştırmaya da teşvik edilmezler (Gürses, 2010'dan aktaran: Memişoğlu, Çakır ve Çakır, 2015:336).

Mayoz Bölünme: Mayoz bölünme eşeyli üremede görülen bir bölünme çeşididir. Faklı iki bireyden gelen genler birleşerek genetik yapı olarak farklı döller meydana gelir. Eşeyli üremelerde mayoz ve döllenme sırasıyla gerçekleşir. İnsanın normal somatik hücreleri 46 kromozoma sahiptir. Bu kromozomların yarısı anneden yarısı ise babadan

gelmiştir. Haploit (n) kromozomlu sperm ve yumurta hücreleri döllenme ile birleşerek bir hücreli diploit ($2n$) zigotu oluşturur. Yumurtalık ve testisler eşeyssel olgunluğa eriştiklerinde haploit kromozomlu gametleri meydana getirirler. Mayoz I ve mayoz II'nin görüldüğü mayoz bölünmede haploit dört hücre oluşur. Crossing-over olayı ile parça değişiminin gerçekleştiği mayoz-I'de kalıtsal çeşitlilik görülür (Reece ve Campbell, 2011).

Kromozom: Her canlı türü kendine özgü sayıda kromozom sayısına sahiptir. Kromozomlar hücrenin çekirdeğinde yer alır. Kromozomlar uzun ve doğrusal DNA adı verilen moleküllerden oluşur. DNA molekülü çeşitli proteinlerden oluşmuştur. Bu proteinler kromozomun yapısının sürekliliğini ve faaliyetlerinin kontrol edilmesini sağlar. Bu proteinler DNA ile birlikte kromatin adı verilen yapıyla kromozomu meydana getirirler. Bölünme sırasında kromatin yoğunlaşarak birbirine özdeş kromatidleri oluştururlar. Bölünme sonucunda kromatidler birbirinden ayrılarak yeni yavru hücrelerde kromozomlar halini alırlar (Reece ve Campbell, 2011).

DNA: Kalıtım sayesinde organizmaların ebeveynlerinden kazandığı genetik maddeye DNA denir. DNA molekülü uzun bir yapıya sahip olup yapısında yüzlerce veya binlerce gen bulunmaktadır. Çekirdekte bulunan DNA molekülleri ikili sarmal yapıdan oluşur. Bunlara aynı zamanda nükleotit denir. Yapısında iki adet şeker, fosfat ve baz bulunur. Bu yapılar birbiriyle eşleşmiş bir şekilde üzerlerinde genleri taşırlar. İkili sarmal yapıda belirli bazlar birbirleriyle uyum içinde yer alırlar. Adenin (A) daima timin (T), guanin (G) ise her zaman (C) ile eşleşir. Hücre bölünmesi gerçekleşirken sarmal yapıları kendini eşler (Reece ve Campbell, 2011).

Gen: Gen, bir polipeptidin amino asit dizisi olarak bilinen kalıtsal birim olarak ifade edilir. Aynı zamanda DNA polimerlerini oluşturan nükleik asitler olarak bilinen bileşik sınıfına dahildir. Canlının kalıtımla kazandığı özellikler genler sayesinde belirlenir. DNA'nın parçası olan genler, bireylerin genomunu oluşturur. Ebeveynler arasındaki genetik bağı, aile içi fertlerin birbirine benzerlik durumlarını belirler (Reece ve Campbell, 2011).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde araştırmanın kuramsal çerçevesinde yer alan konularla ilgili teorik bilgilere yer verilmiş, konular hakkında yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Öğrencinin mayoz bölünme konusu hakkında ne kadar bilgisinin olduğunu ve bu konu hakkında kavram yanılgısına sahip olup olmadığını öğretim öncesinde tespit edilmesinin oldukça önemli olduğu çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir (Özsevgeç, 2007; Sewell, 2002). Bunun sebebi olarak öğretmen adaylarının yeni öğrenecekleri kavramların önceki bilgileri ile köprü oluşturarak etkileşimi gösterilebilir. Bunun yanı sıra öğrencilerde var olan kavram yanılgılarının giderilmesine ilişkin öğretim yöntemlerinin geliştirilmesinde de önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple ilerleyen bölümlerde sırasıyla öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ile ilgili sahip oldukları yanılgıları ve bu yanılgıları gidermeye yönelik geliştirilmiş materyaller hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Bunlara ek olarak çalışmanın önemli bir kısmını oluşturan bilgisayar destekli öğretim hakkında yapılmış çalışmalar sunulmuştur. İncelenen bu literatür, araştırma konusunun seçilmesinde ve materyal geliştirme aşamasında yol gösterici olmuştur. Ayrıca literatürde geçen çalışmalar özetlenerek çalışmalardan faydalanılan hususlara yer verilmiştir.

2. 1. 1. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Tespitine Yönelik Araştırmalar

Bu bölümde, öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ile ilgili yanılgılarını incelemek için ulusal ve uluslararası literatürde yer alan araştırmalar sunulmuştur. Fen Bilgisi Eğitimi ikinci sınıf öğretmen adaylarının mayoz bölünme konusuna yönelik sahip oldukları yanılgıları araştıran çalışmalar sınırlı olduğu için, genel olarak farklı seviyelerdeki öğretmen adaylarının, hücre bölünmeleri konularında geçen genel kavramları anlamaları ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2. 1. 1. 1. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Tespitine Yönelik Yurtiçi Çalışmalar

Özcan (2000) yaptığı araştırma sonucunda, “Canlılarda Çoğalma ve Kalıtım” ünitesindeki kavramları, 8. sınıf öğrencilerinin öğrenme düzeylerinin oldukça düşük olduğunu belirlemiş; bunun nedenlerinin belirlenmesi, öğrencilerde kavramlar hakkında

doğru fikirlerin oluşmasını sağlayacak öğretim stratejileri kullanılması ve kavramların kalıcı ve etkili öğretimiyle ilgili çalışmaların yapılmasının gerektiğini belirtmiştir.

Topçu (2004) fen bilgisi öğretmenleriyle yaptığı görüşmede; öğrencilerin çoğunlukla, genetikle ilgili kavramları ilk olarak derste duyduklarını, konunun sadece 8.sınıf fen öğretim programlarında yer aldığını, diğer fen konularına göre daha soyut olduğunu, gen, nükleotid kavramlarının çok soyut kaldığını ve güncel hayattan örnekler verilerek dersin somutlaştırılmasının gerektiği sonucuna vardıklarını belirtmiştir.

Uzun ve Sağlam (2003), genetik konularında öğrencilerin ilgi ve başarı durumlarını araştırmak için ilgi ölçeği ve başarı testinden oluşan ölçme araçlarını orta öğretim son sınıftan oluşan 160 öğrenciye uygulamışlardır. Çalışma sonucunda yaptıkları istatistiksel analizlere göre; yüksek ilgi düzeyine sahip öğrencilerin genetik testi ortalamasının, orta ve düşük ilgi düzeyindeki öğrencilerin genetik testi ortalamasından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Genetik konularına öğrencilerin ilgileri arttıkça başarılarının da artacağını, bu nedenle daha çok duyu organına hitap eden ders araç ve gereci kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Atılboz (2004) tarafından yapılan 'Lise 1.sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları' isimli çalışmada öğrencilerin hücre bölünmeleri konularını anlama düzeylerini ve bu konulardaki kavram yanılgılarını incelemiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda öğrencilerin zihinlerinde hücre bölünmeleri ile ilgili çeşitli yanılgıların var olduğu tespit edilmiştir. Mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapısı, kromozom - DNA ilişkisi, kardeş kromatit kavramları, homolog kromozom, mayoz bölünmede gerçekleşen olaylar ve diploid - haploid hücre ile ilgili kavramların öğrenciler tarafından çoğunlukla anlaşılmadığı ve bu kavramlarda yanılgıların çok fazla görüldüğü saptanmıştır.

Saka ve Cerrah (2004) yaptıkları çalışmada ikinci sınıfta öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik kavramları ile ilgili görüşlerini ve bu kavramları nasıl yapılandıklarını incelemiştir. 81 adayla yürütülen çalışmada anket ve çizdim yöntemleri kullanılmıştır. Öğretmen adaylarında gen, DNA ve kromozom kavramları ile ilgili yanılgıların olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunda, aynı bireye ait farklı görev ve şekillere sahip iki hücrenin genetik bilgilerinin farklı olduğu yönünde inanışların olduğu görülmüştür. Becerileriyle katılabilecekleri farklı öğretim yöntemlerin ve görsel materyallerin kullanılması öğretmen adaylarında bulunan bilgi eksikliklerinin ve kavram yanılgılarının giderilmesi yönünde önemli katkı sağlayacağı belirtilmiştir. Araştırmacılar öneriler kısmında genetik konusunda somut ve görsel materyaller, modeller, resimler, şemalar, çalışma yaprakları ve bulmacalar gibi uygulamalar gerçekleştirilmesinin literatüre önemli katkılar sağlayacağını belirtmişlerdir.

Özdemir (2005) Genetik ve Biyoteknoloji Konularına ilişkin ilköğretim 8.sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını araştırmıştır. Sinop ilinde 89 öğrenci ile yürütülen çalışmada veri toplamak için kavram yanlışları testi kullanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin, canlı kopyalanması yoluyla insan hücresinden farklı biyolojik yapıda yeni bir bireyin geliştirilebileceği, canlıların bütün özelliklerinin genler tarafından belirlendiği, sağlıklı kişilerin bütün hücrelerinde 23 çift kromozom bulunduğu, canlı DNA'larının kimyasal yapıları farklı olduğu için çeşitlilik gösterdiği gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıktığını belirtmiştir.

Özdemir (2008) fen bilimlerinde (biyoloji öğretmenliği, fizik öğretmenliği, kimya öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmenliği) eğitim gören 469 öğrencinin hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarını araştırmıştır. Verilerin analiz edilmesiyle ortaya çıkan sonuçta öğrencilerin hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Araştırmacı önerilerinde ders kitaplarının tekrar incelenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bunun yanı sıra öğretmenlerinde kavram yanlışlarının olabileceğini ve bunlarında giderilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Adıgüzel (2006) yaptığı çalışmada ilköğretim 8.sınıf fen ve teknoloji dersinde işlenen mitoz ve mayoz konularında öğrencilerinin kavram yanlışlarının olup olmadığını araştırmış, konu ile ilgili yanlışların var olduğunu ortaya koymuştur. Yanlışların giderilmesi için etkili bir fen öğretiminin gerekli olduğunu, kavram yanlışlığı nedenlerinin iyi tespit edilmesi gerektiğini ve ders materyallerinin konu ile uygun bir şekilde hazırlanması gerektiğini ifade etmiştir.

Kılıç, Kurt, Kaya, Ateş ve Korkmaz (2009) tarafından yürütülen 'Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme İle İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanlışları' isimli çalışmalarında öğrencilerin kavram yanlışları incelenmiştir. Ortaya çıkan verilerde öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünme konularında kavram yanlışlarının olduğu ve okullar arası başarı seviyelerinde de farklılıklar bulunduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca sonuç bölümünde bilginin doğru ve kalıcı olarak öğretilmesi, görsel araçlardan (model, animasyon) yararlanılması ve konular işlenirken öğrencilerin kavramları merak uyandıracak şekilde izah edilmesi, var olan kavram yanlışlarının giderilmesinde önemli etkenler olarak ortaya konmuştur.

Çakır ve Aldemir'in (2011) biyoloji öğretmen adaylarının genetik ve mayoz konularında kavram yanlışlarının olup olmadığını incelemek için yaptıkları çalışmada, yanlışların var olduğunu, sözel bilgileri ifade etmede zorluk yaşamazlarken, kavramların görselleştirilmesi konusunda zorluk yaşadıklarını belirlediklerini ifade etmişlerdir.

Akyürek ve Afacan (2013), çalışmalarında hücre bölünmeleri ünitesinde yer alan yedi temel kavram hakkında öğrencilerin kavram yanlışlarının olup olmadığını

incelemişlerdir. Araştırmanın örneklemini 26 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Kavram yanlışları belirlerken kavram çarkı diyagramını kullanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin büyük kısmında hücre bölünmeleri ünitesinde yer alan "DNA, kromozom, gen", "mutasyon, modifikasyon" ve "mitoz-mayoz bölünme" kavramları hakkında kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışlarının yüzde değerleri ile frekans sayıları verilmiştir.

Aydın ve Balım (2013b), ilköğretim kurumlarında öğrenim gören 55 öğrenci üzerinde "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" konusuyla ilgili kavram yanlışlarını araştırmıştır. Kavramsal değişim stratejilerinin kullanıldığı çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenler, öğrencilerin zihinlerinde oluşan kavram yanlışlarını belirlemek için uygulamalı eğitim çalışmalarını kullanmalarını da önerdiklerini, böylece öğrencilerin fen konularını öğrenirken günlük hayattan önemli derecede faydalanabilmelerinin sağlanmış olacağı ifade edilmiştir.

Alkan ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme konularına ilişkin kavram yanlışlarını araştırmışlar. Birinci ve ikinci sınıf düzeyinde 105 fen bilgisi öğretmeni adayı katıldığı araştırmada enlemesine tarama yöntemi ve veri toplama amacıyla "Mitoz-Mayoz Bölünme ile İlgili Kavram Yanlışlarını Belirleme Envanteri" kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının, oluşan hücre sayıları, kromozom sayısı değişimleri, crossing-over, tetrad oluşumu, kalıtsal çeşitlilik, kromozom, kromatit, kromatin iplikçığı, sentrozom, sentriyol ve çekirdek kavramları gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Yurt içi literatürde hücre bölünmeleri ile ilgili olarak öğrenci yanlışları incelenmiş olup yukarıda verilen çalışmalar ve sonuçları Tablo 1'de genel hatları ile özetlenmiştir.

Tablo 1. Hücre Bölünmeleri ile İlgili İncelenmiş Yurtiçi Çalışmalar

Çalışmayı Yürütenler	Konu (Örneklem)	Veri Toplama Araçları	Çalışmaların Sonuçlar
Özcan, 2000	Canlılarda Çoğalma ve Kalıtım (İlköğretim 8)	Anket, mülakat, gözlem	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Genetik kavramların öğrenilme düzeyleri çok düşük. ✓ Kavram yanlışlarının oluşmasını engelleyici öğretim stratejilerine ihtiyaç var.
Uzun ve Sağlam, 2003	Genetik (Lise 3)	Anket, test	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Genetik konusunda öğrencilerin olumlu yönde ilgileri var. ✓ Bu konunun daha iyi anlaşılması için duyu organlarına hitap eden ders araç ve gereçlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.
Atılboz, 2004	Hücre Bölünmeleri Mayoz ve Mitoz (Lise 1)	İki Kademeli Test	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğrencilerin kromozom-DNA ilişkisi, mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapısı, diploid-haploid hücre kavramı, mitoz ve mayoz bölünmede gerçekleşen olaylar ile ilgili anlama güçlükleri çektikleri ve kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit edilmiştir.

Tablo 1'in devamı

Çalışmayı Yürütenler	Konu (Örneklem)	Veri Toplama Araçları	Çalışmaların Sonuçlar
Topçu, 2004	Hücre Bölünmeleri (İlköğretim 8)	Anket, mülakat	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gen, nükleotid gibi kavramlarda yanlışların olduğu tespit edilmiştir. ✓ Soyut kavramların somutlaştırılması gerekir.
Saka ve Cerrah, 2004	Genetik (Öğretmen Adayları)	Anket ve resim çizdirme	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğretmen adaylarının gen, kromozom ve DNA kavramlarında yanlışları var. ✓ Somut ve görsel materyallere ihtiyaç var.
Özdemir, 2005	Hücre Bölünmeleri Genetik ve Biyoteknoloji (İlköğretim 8)	Kavram Yanılgıları Testi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Araştırmada öğrencilerin Genetik ve Biyoteknoloji konularıyla ilgili kavram yanlışlarının ortaya çıkmıştır. ✓ Bu yanlışlar; kromozom sayıları, DNA'ların kimyasal yapıları ve gen kavramlarıdır.
Adıgüzel, 2006	Mayoz ve Mitoz Konuları (İlköğretim 8)	Anket, Değerlendirme Testi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğrencilerin mayoz ve mitoz bölünme ile ilgili temel kavramlarda yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir. ✓ Kavramlarla ilgili bilgiler ders kitaplarında eksik yer almaktadır. ✓ Doğru öğretim teknikleri seçilmeli
Özdemir, 2008	Hücre Bölünmeleri (Öğretmen Adayları)	İki kademeli test	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğretmen adaylarının hücre bölünmelerinde bulunan mayoz ve mitoz bölünme ile ilgili kavramlarda yanlışlara sahiplerdir.
Kılıç ve diğ., 2009	Hücre Bölünmeleri Mayoz ve Mitoz (Lise 2)	Anket, mülakat	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğrencilerin DNA, kromozom, kromatid, homolog kromozom, haploid-diploid hücre gibi temel kavramlarda kavram yanlışları var. ✓ Bilgi eksikliklerini gidermek için görsel araçlardan (model, animasyon) faydalanmak gerekmektedir.
Çakır, 2011	Genetik ve Mayoz Bölünme (Biyoloji Öğretmen Adayları)	İki kademeli başarı testi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Konu ile ilgili öğrencilerde kavram yanlışları tespit edilmiştir. ✓ Öğretmen adaylarının kavramları daha iyi anlamaları için görsel anlatmaya ihtiyaç var.
Akyürek ve Afacan, 2013	Hücre Bölünmesi (İlköğretim 8)	Kavram Çarkı Diyagramı	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğrencilerde "DNA, kromozom, gen", "mutasyon, modifikasyon" ve "mitoz-mayoz bölünme" kavramları ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.
Aydın ve Balım, 2013b	Hücre Bölünmesi ve Kalıtım (İlköğretim 8)	Anket, mülakat, iki kademeli test	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğrencilerin hücre bölünmeleri ve genetikle ilgili kavram yanlışları mevcuttur. ✓ Uygulamalı eğitime ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.
Alkan ve diğ., 2016	Mayoz ve Mitoz Konuları (Öğretmen Adayları)	Mitoz-Mayoz Bölünme ile İlgili Kavram Yanılgılarını Belirleme Envanteri	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme konusu ile ilgili kavram yanlışları mevcuttur. ✓ Zihinsel modeller kavram yanlışlarını belirlemede kullanılabilir.

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi eğitim öğretimin her kademesinde öğrencilerinin hücre bölünmeleri, genetik, DNA gibi temel kavramlarla ilgili yanlışlarının var olduğu belirtilmiştir. Bu şekilde kavram yanlışlarının ilköğretimden yükseköğretime kadar her kademesinde var olması yanlışların yaş ve cinsiyete karşı dirençli olduğunu göstermektedir (Coll, France and Taylor, 2005; Kara ve Yeşilyurt, 2007a; Robinson ve

Lewis, 2000; Selvi ve Yakışan, 2004). Tabloda görüldüğü üzere yurt içinde son on yıl içerisinde hemen hemen her yıl yapılan çalışmalarda kavram yanlışlarının giderilmediği de farklı bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Özcan'ın (2000) Canlılarda Çoğalma ve Kalıtım ünitesinde öğrencilerin kavram yanlışlarının olup olmadığını araştırmasının sonuçlarını Uzun ve Sağlam (2003) destekleyerek kavram yanlışlarının devam ettiğini ifade etmektedir. Bunun yanında Atılboz'un (2004) yaptığı çalışmada ise öğrencilerinin hücre bölünmeleri konularından olan mayoz ve mitoz bölünme ile ilgili kavram yanlışlarını incelediğinde kavram yanlışlarının var olduğunu görmüştür. Bu bilgiyi Adıgüzel (2006), Kılıç ve diğ. (2009), Akyürek ve Afacan (2013) desteklemektedir. Aynı zamanda yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere fen bilgisi öğretmen adaylarının mayoz bölünme ile ilgili kavram yanlışlarını inceleyen çalışmanın literatürde çok az rastlanması yapılan çalışmanın literatüre katkı sağlaması yönünden önemlidir.

2. 1. 1. 2. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanlışların Tespitine Yönelik Yurtdışı Çalışmalar

Kindfield'un (1991) yaptığı çalışmada öğrencilerinin DNA, kromozom ve genetik kavramları hakkında bilgilerini ölçmek istemiş ve bu kavramlar hakkında yanlışlarını araştırmıştır. Son sınıfta öğrenim gören beş biyoloji öğrencisi ile genetik dersini almamış beş öğrenci üzerinde çalışma yürütülmüştür. Çalışmada olaylar ve durumlar hakkında mülakat yapılarak katılımcılara sorular yöneltilmiştir. Araştırmacı öğrencilerde tespit edilen yanlışları iki kategoriye ayırmıştır. Bunlardan birincisini; diploid hücrelerde bulunan kromozomların iki tane çift sarmal DNA molekülünden oluşması olarak tarif edilirken ikincisini ise; haploid hücrelerde bulunan kromozomların tek bir çift sarmal DNA molekülünden oluşması şeklinde ifade edilmiştir.

Lewis ve Wood-Robinson (2000), DNA, gen, kromozom, hücre bölünmesi, genetikte problem çözümleri ile ilgili, 14-16 yaş gruplarındaki öğrencilerle çalışma yapmışlardır. Öğrencilere geçmiş derslerde bu konular öğretildiği halde kavramları öğrenemedikleri, kavramlar arası ilişkiyi kuramadıklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmenin niçin yapıldığını bilmediklerini, kromozomların hücre bölünmesinde ikiye ayrıldığını ancak DNA'ların kopyalanmasına gerek olmadığını ve kromozom sayısının canlının yaşı ve sağlığına göre değiştiğini belirtenlerinde olduğunu, hücre kavramıyla kromozom kavramını karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin hücrenin, canlının en temel yapısı olduğunu bilmediklerini tespit etmişlerdir.

Lewis, Leach ve Wood-Robinson (2000) yaptıkları çalışmada öğrencilerin hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarını araştırmak üzere dört soruluk veri toplama aracı geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri ölçekte yer alan sorulara öğrencilerden yazılı cevaplar

isteyerek öğrencilerin hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarının olup olmadığını açıkça ortaya koymak istemişlerdir. Araştırmacılar öğrencilerin verdikleri doğru cevapların içerisinde bilimsel ifadelerle uyuşmayan bilgilerin olduklarını görmüşlerdir. Kavram yanlışlarının bulunduğu öğrencilerde en çok kromozom, mayoz ve mitoz bölünme ile ilgili kavramlar ile genetik gibi konularla ilgili sorulara yanlış cevap verdikleri gözlemlenmiştir.

Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda dokuzuncu sınıf öğrencilerinin gen, kromozom, gamet ile ilgili hücre bölünmelerini de kapsayan temel kavramalarda kavram yanlışları araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin her hücrenin fonksiyonuna göre farklılık gösteren özel kalıtsal bilgi taşıdıklarını ifade eden yanlışlara sahip oldukları ortaya çıkmıştır (Lewis, Driver, Leach and Wood-Robinson, 1997; Enrique ve Enrique, 2000).

Kirkpatrick, Orvis ve Pittendrigh (2002) yaptıkları çalışmada, yirmi birinci yüzyılın en önemli bilimsel devrimlerin biri olacağı düşünülen genetik ve ilgili teknolojilerin ön plana çıkacağı ve bununla ilgili çalışmaların toplumun günlük ihtiyaçlarını gidermede önemli görevler üstleneceği belirtilmiştir. Yapılan çalışmada öğrencilere bilimsel disiplin öğretilmek amaçlanmıştır. Bu amaçla 'Eğitici için Genomik Eşleştirme Modeli Yaklaşımı' isimli yeni bir öğretim modeli ortaya koymuşlardır. Bu model uygulandıktan sonra yeni eğitim araçlarının geliştirilmesi ile öğretime önemli katkıların olduğu vurgulanmıştır.

Krüger, Fleige ve Riemeier (2006) yaptıkları çalışmada dokuzuncu sınıf öğrencilerinin büyüme ve hücre bölünmeleri ile ilgili konularda kavram yanlışlarının olup olmadığını incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerde bazı kavram yanlışlarının olduğunu tespit edilmiştir. Bu kavram yanlışları şu şekildedir:

1. Çok hücreli bir organizmaya ait herhangi bir hücre bölündüğü zaman bağlantısı olmayan iki parçaya ayrılır.
2. Hücre bölünmesi sonucunda oluşan parçalar orijinal parçadan çok daha küçüktür.

Yates ve Marek'in (2014) çalışmasında biyolojik evrimle ilgili lise öğrenci ve öğretmenlerinde kavram yanlışlarının var olup olmadığını incelenmiştir. Çalışma sonucunda öğretmen ve öğrencilerin kavram yanlışları arasında anlamlı bir farkın çıktığını tespit edilmiştir. Öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının öğretmenler tarafından aktarıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yurt dışı literatürde vücudumuzdaki sistemlerle ilgili olarak yapılmış olan çalışmalar ve sonuçları Tablo 2'de kısaca özetlenmiştir.

Tablo 2. Hücre Bölünmeleri ile İlgili İncelenmiş Yurtdışı Çalışmalar

Çalışmayı Yürütenler	Konu (Örneklem)	Veri Toplama Araçları	Çalışmanın Sonuçlar
Kindfield, 1991	Genetik (Üniversite öğrencileri)	Mülakat	✓ Öğrencilerin kromozom, genetik, DNA gibi kavramlarla ilgili yanlışları mevcut.
Lewis ve diğ., 1997	Genetik (Üniversite öğrencileri)	Anket	✓ Gen, kromozom ve genetik kavramları ile ilgili yanlışları var.
Lewis ve diğ., 2000	Hücre bölünmeleri (8. sınıf öğrencileri)	Kavram Yanılgıları Testi	✓ Öğrencilerin; çekirdek, kromozom ve gen kavramları arasındaki ilişkiyi, mitoz ve mayoz bölünme arasındaki benzerlikler gibi konularda kavram yanlışları var.
Lewis ve Wood-Robinson, 2000	Genetik (Lise 2)	Anket, mülakat	✓ DNA, gen, kromozom, hücre bölünmesi, genetik gibi kavramlar ile ilgili yanlışları mevcut.
Enrique ve Enrique, 2000	Genetik (Üniversite öğrencileri)	Test	✓ Öğrencilerin kalıtsal bilgi ve aktarımı ile ilgili yanlışları var.
Kirkpatric ve diğ., 2002	Genetik (Üniversite öğrencileri)	Anket, mülakat	✓ DNA ile ilgili kavramalarda yanlışları mevcut.
Krüger ve diğ., 2006	Hücre bölünmeleri (9. Sınıf öğrencileri)	Anket, mülakat	✓ Hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışları tespit edilmiştir.
Yates ve Marek, 2014	Genetik	Test	✓ Konu ile ilgili öğrenci ve öğretmenlerin kavram yanlışları mevcuttur.

Tablo 2’de gösterilen çalışmalara ek olarak yapılan çalışmada Mendel genetiği–katılım teorisi ve kromozom–gen ilişkisinin oldukça zor öğrenilebilen kavramlar olduğunu (Hobbs, Kargbo ve Erikson, 1980’den aktaran: Şahin ve Parim, 2002:29), Robinson ve Lewis (2000) ise 16 yaş gruplarındaki öğrencilerle yaptığı çalışmada öğrencilerinin genetik bilgi aktarımını anlayamadıklarını ve gen, kromozom ve hücre yapıları hakkında temel bilgi eksikliklerinin olduğunu tespit etmiştir. Hücre bölünmeleri ile ilgili başka bir çalışmada ise genetik materyalin nasıl aktarıldığı ile ilgili öğrencilerdeki bilgi eksiklerinin ve kavram yanlışlarının var olduğu ve bu kavramların öğretilmesinde zorluklar çıkardığı ifade edilmiştir (Sebitosi, 2007). Marbach-Ad (2001) yaptığı çalışmada öğrencilerinin gen-protein, gen-enzim, gen-karakter, DNA-protein, DNA-enzim ve DNA-karakter gibi genetik kavramları içeren konularda kavram yanlışlarını incelemiştir. Çeşitli yaş gruplarının oluşturduğu öğrencilerinin çoğunda kavram yanlışlarının var olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmalar, öğrencilerin kromozom, gen ve allel kavramlarını tam olarak algılayamadıklarını ortaya çıkarmıştır. Kromozom kavramını zihninde tam olarak yerleştiremeyen öğrencinin gen ve allelleri hiç anlayamayacağı ve bunları sadece ezber

yöntemini kullanarak anlamaya çalışabileceği araştırmalarda gösterilmiştir. (Banet ve Ayuso, 2000; Can ve Akar-Vural, 2011; Saka, 2006).

Yukarıdaki çalışmalar incelendiğinde, yurt dışında yapılan çalışmaların genellikle genetik bilgisi üzerinde yoğunlaştığı ve mayoz bölünme ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar, farklı öğretim kademelerindeki öğrencilerinin benzer yanlışları taşıdıklarını yapılan öğretimin etkili olmadığını destekler sonuçlar sunmaktadır. Sonuçlar ışığında yapılan çalışmaların öneri kısımları incelendiğinde öğretmenlerin öğrencilerinin kavram yanlışlarının farkında olmalarının ve anlamlı öğrenmeyi destekleyecek öğretim yöntemlerini kullanmalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu sebeple öğretmenlerin hizmet öncesinde kendilerinde olabilecek yanlışların giderilmesi ve bilgiyi etkili bir şekilde sunabilme becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Özsevgeç, 2007). Aynı zamanda, bu çalışmalar yapılan öğretimin etkili olmadığını destekler sonuçlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra yurt dışında mayoz bölünme ile ilgili çok fazla çalışmanın yapılmadığı ve yapılan çalışmalarda alınan örneklerin de öğretmen adaylarını kapsamadığı görülmektedir.

2. 1. 2. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Tespit Edilen Yanlışların Giderilmesine Yönelik Yapılmış Araştırmalar

Bu bölümde öğrencilerdeki kavram yanlışlarını gidermek için kullanılan farklı öğretim yöntemlerine ve bu yöntemlerin etkili olup olmadığına yönelik yapılmış olan yurt içi ve yurtdışı araştırmalar sunulmuştur.

2. 1. 2. 1. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Öğrenci Yanlışlarını Gidermeye Yönelik Yurtiçi Çalışmalar

Şahin ve Parim (2002) yaptıkları çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin sık karşılaştıkları DNA, kromozom ve gen kavramları hakkında yanlışlarını azaltma konusunda problem çözmeye dayalı öğrenme yönteminin etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak DNA, kromozom ve gen kavramları konularının anlatımı öğrencinin seviyesinin üzerinde olduğu anlaşılmıştır. Araştırmacılar tarafından ders süresinin yetersiz olması ve bu süre zarfında verilen etkinliklerin yetişmemesi sonuçlar arasında gösterilmiştir. Çalışmada bu kavramların öğretim sürecinde daha basit düzeye indirilmesi, günlük hayatta kullanabilecekleri seviyede sunulması, DNA, kromozom ve genetikteki birçok kavramı öğrenemedikleri dikkate alınarak öğretim programının değiştirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, öğrencilerinin yanlış öğrendikleri kavramların düzeltilmesi için bilgisayar programlarının kullanılmasının yanında video ve model yapma gibi birçok farklı etkinliklerle derslerin işlenmesini önermektedirler.

Sarıkaya, Selvi ve Bora (2004) yaptıkları çalışmada, mitoz ve mayoz bölünme konularında öğrenciler tarafından yapılan modellerin öğrencilerin konu ile ilgili başarılarına etkisini incelemiştir. Çalışmalar sonucunda mayoz ve mitoz bölünme konularının öğretiminde öğrenciler tarafından yapılan modellerin kullanımının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde artırdığı görülmüştür. Ayrıca el yapımı aktivitelerin fen derslerine karşı tutum ve motivasyonu arttırdığını da ifade etmişlerdir

Kara (2005) tez çalışmasında mitoz ve mayoz bölünme konusunun öğrencilerin başarıları açısından bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile geleneksel öğretim yöntemi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuç olarak bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile işlenen dersin geleneksel yöntemle işlenen derse göre öğrenci başarılarında daha fazla artış olduğunu gözlemlediğini belirtmiştir.

Saka (2006) yaptığı çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının “Biyoloji V-Genetik” dersinde yer alan konularla ilgili olarak görüşlerini belirleyerek; bu düşünce biçimlerine göre yapılandırmacı öğrenme kuramının 5E modeline uygun etkinliklerin öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına ve sahip oldukları alternatif fikirlerin değişimine etkilerini incelemiştir. Araştırmacı çalışma sonucunda elde edilen verileri değerlendirerek öğretmen adaylarında konu ile ilgili kavram yanlışlarının var olduğunu tespit etmiştir. Öğretim uygulamaları gerçekleştirildikten sonra deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının tamamen giderildiği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda kısmen de olsa devam ettiği görülmüştür. Sonuç olarak, deney grubunda ortaya çıkan durumu şu etkenlere bağlamıştır:

1. Görsel materyallerin kullanılması,
2. Ön tartışmaların yapılması,
3. Öğrencilere kendi bilgilerini kendilerinin yapılandırmalarını sağlayacak öğrenme ortamları tasarlanmasıdır.

Kara (2007) ‘Mitoz ve mayoz bölünme konularında öğrenci başarıları, kavram yanlışları ve biyolojiye karşı tutumlara öğretim amaçlı bilgisayar yazılımlarının etkisi’ üzerine makalesinde öğrenci başarısı üzerinde hücre bölünmesi konularında bilgisayar destekli öğretimin etkisini incelemiştir. Veri toplama araçları olarak başarı testi, tutum ölçeği ve kavrama testini kullanmıştır. Araştırma sonucunda bilgisayar yazılımları öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları ve biyolojiye karşı tutumlarında olumlu gelişme sağladığı gözlemlenmiştir.

Kara ve Yeşilyurt (2007a) ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören 48 öğrenci üzerinde bilgisayar yazılımlarını kullanarak öğrencilerin hücre bölünmeleri konularındaki kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Deney grubunda bulunan öğrencilere konu anlatımı için, piyasada ticari amaçla mevcut olan, bakanlık tarafından tavsiye edilen yazılımlardan

biri olan “Vitamin” adlı ders yazılımı (tutorial software) seçilmiş olup, ders bilgisayar laboratuvarında işlenmiştir. Araştırma sonucunda ders yazılımı öğretim materyallerinin kullanımının öğrencilerinin başarıları üzerinde geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu ve biyolojiye karşı tutumlarında pozitif yönde etki gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Bunun yanı sıra öğrencilerinin hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarının büyük oranda giderildiği belirtilmiştir.

Kara ve Yeşilyurt, (2007b) yaptıkları çalışmada hücre bölünmeleri konusu bilgisayar yazılımlarının etkisini incelemiştir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda eğitsel yazılımın, hücre bölünmeleri konusunda, öğrenci başarılarının, tutumlarının pozitif yönde artmasında olumlu yönde etki ettiğini ifade etmişlerdir.

Çağırın (2008) çalışmasında ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerin hücre bölünmeleri konularında bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrencilerin başarılarına etkilerini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda ders işleniş şeklini bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile yapan öğrencilerin başarılı oldukları gözlemlenmiştir. Araştırmacı, bilgisayar destekli öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre konunun öğretilmesinde daha etkili olduğunu ifade etmiştir.

Gözmen (2008) yaptığı çalışmada lise 1. sınıfta okuyan öğrencilere mayoz bölünme konusunun öğretilmesinde kullanılması gereken metotlar üzerine bir araştırma yapmıştır. Bunun için öğretimde yaygın olarak kullanılan geleneksel metot ile materyallerin kullanılması yoluyla yapılan öğretim metodunu karşılaştırmıştır. Araştırmacı, öğrencilerin mayoz bölünme konusunda öğrenme güçlüklerinin olduğunu ifade ederek mayoz bölünmeyi somutlaştıran bir model geliştirmiştir. Geliştirdiği bu modelle öğrencilerin başarıları üzerine etkisini araştırmıştır. Öğrencilerinin modelle öğretim yönteminde geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı oldukları ifade edilmiştir. Bu modelle öğretimde mayoz bölünme ile kavramları ve safhalarını daha iyi öğrendikleri ortaya çıkmıştır. Araştırmacı mayoz bölünme gibi konuların öğretiminde farklı metotlar geliştirilmesi gerektiğini öneriler kısmında ifade etmiştir.

Kılınç'ın (2008) çalışmasında lise 1 öğrencileri üzerinde ‘bölünen parmaklar’ isimli yeni bir etkinliğe yer vermiştir. Bu öğretim etkinliğini uygulayarak öğrencilerin hücre bölünmeleri konularını anlayıp anlamadıklarını ölçerek geleneksel öğrenme ile aralarında farkı olup olmadığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda uygulanan yeni öğretim etkinliği olan bölünen parmakların, geleneksel yöntemlere göre uygulanan etkinliklere göre daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer çalışmaların yapılmasıyla öğrencilerinin biyoloji ile ilgili kavramları daha iyi öğrenecekleri önerilmiştir.

Özay (2008) ‘Mitoz-Mayoz Konusunun Öğretiminde Kavramsal Değişim Metinlerinin Kullanılmasının Öğrenci Başarısına Etkisi’ isimli çalışmasında dokuzuncu sınıf

öğrencilerinin mayoz-mitoz konularının öğretiminde farklı yöntemler kullanarak öğrencilerinin başarı durumlarını incelemiştir. Yapılan araştırmanın sonuçları incelendiğinde kavramsal değişim metinlerinin kullanılması ile öğrenim gören öğrencilerinin geleneksel öğretim yöntemine göre öğrenim gören öğrencilere göre konuları daha iyi öğrendikleri ve başarılarının daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra öğrencilerinin öğretim öncesinde belirlenen yanlış anlamalarının da giderildiği belirtilmiştir. Araştırmacı önerilerinde kısmında ortaya çıkan sonuçların program geliştiriciler ve ders kitabı yazarları tarafından dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

Aydın (2011) yaptığı çalışmada öğrencilerin hücre bölünmesi ve kalıtım konularındaki kavram yanlışlarını giderilmesi konusunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerin öğrencilerin üzerlerindeki etkiyi araştırmıştır. Sonuçlar incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundakilere oranla daha çok başarılı oldukları görülmüştür. Kavramları hatırlama düzeylerinde ise deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubunun e göre daha çok hatırladıkları tespit edilmiştir. Araştırmacı yapılandırmacı yaklaşımla işlenen derste kullanılan kavram haritaları, zihin haritaları, kavram karikatürleri, kavramsal değişim metinleri, analogi ve model etkinliklerinin öğrencilerinin hücre bölünmeleri ve kalıtım ile ilgili kavramları öğrenmelerinde olumlu bir etki oluşturduğunu ifade etmiştir.

Aydın ve Balım, (2013a) hücre bölünmeleri konusuna ilişkin öğrencilerinin kavram yanlışlarının giderilmesi için yapılan bir çalışmada yapılandırmacı yaklaşım, 5E modeli ve kavramsal değişim stratejilerine (kavramsal değişim metinleri, kavram karikatürleri, kavram haritaları, zihin haritaları, analogiler ve modeller) uygun olarak geliştirilen etkinlikler ve ders planları hazırlanmıştır. Bu araştırmanın sonucunda hücre bölünmeleri konularında öğretmenlere rehber ders planları hazırlayarak öğrencilerin konuları daha iyi kavramaları sağlanmıştır.

Kara (2013) çalışmasında öğrencilerinin hücre bölünmeleri ve üreme ünitesinin yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemi ile öğretilmesinin biyoloji dersi öğretim programı kazanımlarına erişim düzeylerine etkisini incelemiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda yapısalıcı ve bilgisayarla öğretim yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen öğretim uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı belirlenmiştir.

Aksakal, Karataş ve Laçın-Şimşek (2015) yaptıkları çalışmada modelle öğretim yönteminin akademik başarıya olan etkisini incelemiştir. Karma desen kullanılan çalışmada başarı testi ile öğrencilerinin konu hakkındaki bilgileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucu olarak mayoz bölünme konusunun öğretiminde model

kullanımının öğretmen adaylarının akademik başarılarını arttırmada daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Balcı ve Yenice (2016) yaptıkları çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri ve kalıtım ünitesindeki öğrenimlerini bilimsel argümantasyon tabanlı öğrenme ile ölçmeye çalışmışlardır. Çalışmada konu anlamalarının yanı sıra derse karşı başarıları, fen ve teknolojiye karşı tutumları ve bilimin doğası hakkında görüşleri de irdelenmiştir. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmada deney ve kontrol grupları oluşturularak öğrencilerinin başarılarını ölçmek için ön test ve son test uygulanmıştır. Araştırmaya 38'i deney grubundan 39'u kontrol grubundan olmak üzere toplamda 77 kişi katılmıştır. Çalışma sonucunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerinin göre başarılarında önemli bir artış olduğu ifade edilmiştir.

Karaca, Armağan ve Bektaş (2016) yaptıkları çalışmada yansıtıcı günlüklerin sekizinci sınıf öğrencilerinin fen konularından olan mitoz bölünme konusuna karşı bakış açılarını değiştirip değiştirmediğini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmanın bulgularında yansıtıcı günlüklerinde öğrencilerin mitoz bölünme konusuna karşı olumlu görüş bildirdikleri ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerinin mitoz bölünmenin safhalarını ve önemini daha iyi kavradıklarında tesbit etmişlerdir.

Tablo 3. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Giderilmesi ile İlgili İncelenmiş Yurtiçi Çalışmalar

Çalışmayı Yürütenler	Konu (Örneklem)	Kullanılan Yöntemler	Sonuçlar
Şahin ve Parim 2002	DNA, kromozom ve gen kavramları (8. Sınıf öğrencileri)	Deneysel yöntem; Problem Çözmeye dayalı öğrenme yöntemi	✓ Deney grubu daha başarılı.
Sarıkaya ve diğ., 2004	Hücre bölünmeleri (9. Sınıf öğrencileri)	Deneysel yöntem; el yapması model	✓ Deney grubu daha başarılı.
Kara, 2005	Mayoz ve mitoz bölünme (8.sınıf öğrencileri)	Deneysel yöntem; Bilgisayar destekli eğitimin kullanılması	✓ Deney grubu daha başarılı.
Saka, 2006	Genetik (Üniversite öğrencileri)	Eşitlenmemiş kontrol gruplu yöntem;	✓ Deney grubu daha başarılı.
Kara, 2007	Mitoz ve mayoz bölünme (9.sınıf öğrencileri)	Deneysel yöntem; Bilgisayar destekli eğitimin kullanılması	✓ Deney grubu daha başarılı.
Kara ve Yeşilyurt, 2007a	Hücre bölünmeleri (9. Sınıf öğrencileri)	Deneysel yöntem; ders yazılımlarının kullanımı	✓ Deney grubu daha başarılı.
Kara ve Yeşilyurt, 2007b	Hücre Bölünmeleri (9.sınıf öğrencileri)	Bilgisayar destekli eğitim yazılımları	✓ Eğitsel yazılım öğrencilerin başarılarında olumlu etki bırakmıştır.
Çağiran, 2008	Hücre bölünmeleri (8.sınıf öğrencileri)	Bilgisayar destekli eğitim öğrenci anlamaları üzerine etkilerini tespit etmek	✓ Bilgisayar destekli öğretim yöntemi uygulanan grup daha başarılı

Tablo 3'ün devamı

Çalışmayı Yürütenler	Konu (Örneklem)	Kullanılan Yöntemler	Sonuçlar
Kılıç, 2008	Hücre bölünmeleri (9. Sınıf öğrencileri)	DeneySEL yöntem; öğrenci etkinliği	✓ Deney grubu daha başarılı.
Gözmen, 2008	Mayoz bölünme (9. Sınıf öğrencileri)	DeneySEL yöntem; model kullanımı.	✓ Modelle öğrenim gören deney grubu daha başarılı.
Özay, 2008	Hücre bölünmeleri (9. Sınıf öğrencileri)	DeneySEL yöntem; kavram haritası ile kavramsal değişim metni kullanımı.	✓ Deney grubu daha başarılı.
Aydın ve Balım, 2011	Hücre Bölünmesi ve Kalıtım (İlköğretim 8)	DeneySEL yöntem; yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerin kullanımı.	✓ Deney grubu daha başarılı.
Aydın ve Balım, 2013a	Hücre Bölünmesi ve Kalıtım (İlköğretim 8)	DeneySEL yöntem; Kavramsal değişim metinleri, kavram haritaları, zihin haritaları, kavram karikatürleri, analogiler ve modeller	✓ Deney grubu daha başarılı.
Kara, 2013	Mayoz bölünme ve mitoz bölünme (10.sınıf öğrencileri)	DeneySEL yöntem; Yapısalıcı ve Bilgisayarla Öğretim Uygulamalarının Etkinliğinin	✓ Deney grubunda kavramsal anlamaları olumlu yönde artmıştır.
Aksakal ve diğ., 2015	Mayoz bölünme (Öğretmen adayları)	Yarı deneySEL yöntem, başarı testi, görüşme tekniği	✓ Deney grubundaki öğretmen adaylarının akademik başarılarında artış gözlemlenmiştir.
Balcı ve Yenice, 2016	Hücre bölünmeleri ve kalıtım (8.sınıf öğrencileri)	Argümantasyon tabanlı öğrenme	✓ Bu tür etkinliğe katılan öğrenciler daha başarılı bulunmuştur.
Karaca ve diğ., 2016	Mitoz bölünme (8.sınıf öğrencileri)	Anket, mülakat, gözlem	✓ Öğrencilerin mitoz bölünmeye karşı ilgileri olumlu yönde artmıştır.

Tablo 3'e bakıldığında hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarını gidermeye yönelik çalışmaların olduğu görülmektedir. Çalışmalarda hücre bölünmeleri genel olarak ele alınmış olup sadece mayoz bölünme ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır. Tabloda da görüleceği üzere hücre bölünmeleri konusunun öğretiminde öğrenciyi etkin kılan yöntemler kullanıldığında başarı artmaktadır. Bunun yanı sıra sonuçlar incelendiğinde öğrenci merkezli öğretim yöntemleri kullanımlarının yaygınlaştırılmasının önerildiği dikkat çekmektedir.

Çalışmaların büyük bir kısmı ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde yürütülmesine rağmen, benzer yanlışlar diğer öğretim kademelerinde de görülmektedir. Tabloda dikkati çeken diğer bir nokta ise araştırmaların büyük bir çoğunluğunun ilköğretim ve orta öğretim

kademesinde yürütülmesidir. Yanılgıların ilköğretim kademesinden yükseköğretim kurumlarına kadar her kademedeki öğrencilerde benzer bir şekilde görülmesi yanılgıların üst seviyelere taşındığı dikkate alınarak yükseköğretim seviyelerinde de benzer çalışmaların arttırılmasının gerekliliği görülmektedir. Öğrencilerin hücre bölünmeleri ile yanılgılı fikirlerinin giderilmesinde, geleneksel öğrenme, problem tabanlı öğrenme, yapılandırmacı yaklaşım, ders yazılımlarının kullanımı gibi öğretim yöntemlerin kullanılmasına rağmen bilgisayar dayalı ve aynı zamanda bilgisayar ortamında oyun tabanlı öğrenmenin kullanılmadığı dikkat çekmektedir. Bu sebepten dolayı yükseköğretim seviyesinde, mayoz bölünme ile ilgili kavramlarda, öğrenciyi kendi öğrenmesinden sorumlu kılan ve yanılgıları azaltabilecek bilgisayara dayalı öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekliliği ortaya konmaktadır.

2. 1. 2. 2. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Öğrenci Yanılgılarını Gidermeye Yönelik Yurtdışı Çalışmalar

Yurtdışı literatürde mayoz bölünme ile ilgili yanılgıların giderilmesine yönelik deneysel çalışmaların oldukça az olduğu görülmüştür. İncelenen çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Yurt dışında mayoz bölünme ile ilgili yanılgıları giderme üzerinde genellikle model üzerine yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir. Bu modellerden biri McKean ve Gibson (1989) tarafından yapılan çalışmadır. Bu çalışmada el yapması model kullanılmıştır. Aynı zamanda bu modele uygun sorularla desteklenerek mayoz bölünme öğrencilere kavratılmaya çalışılmıştır. Model oluşturulurken karton kullanılır. Karton altı mavi ve altı pembe olmak üzere 12 karta bölünür. Bu kartlar üçü mavi, üçü pembe olacak şekilde ayrılarak numaralandırılır. Bu şekilde oluşturulan kartlarla birlikte konuyu açıklayıcı sorular sorulur. Bu tür bir öğretim ile öğrencilerin anlama düzeylerinin geliştirilmeye ve bu konudaki kavram yanılgıları büyük oranda giderilmeye çalışılır. Mayoz bölünmenin safhaları modellerle gösterildikten sonra açıklayıcı sorular sorulur. Her safha sonunda soru sorulur ve sorulara doğru cevaplar verilmediği takdirde diğer safhaya geçilmez. Modelde iplerde kullanılarak ekvatorial düzlemi temsil etmesi sağlanır. Homolog kromozom çiftleri ekvatorial düzleme yerleştirilmesi sağlanır ve bununla ilgili açıklayıcı sorularla konu pekiştirilir. Sorular doğru bilindikçe diğer safhalara geçilmeye devam edilir. Bundan sonraki safhalarda da soru-cevaplarla anlatıma devam edilir. Araştırmacılar, bu yöntemi kullanarak öğrencilerin mayoz bölünme ile ilgili kavramları öğrendiklerini açık bir şekilde belirtmişlerdir. Modelin olumsuz yönlerinden bahsederek kalabalık gruplara uygulamanın zor olduğu belirtilmiştir.

Mickle (1990) yaptığı çalışmada mitoz bölünme ile ilgili geliştirdiği parmak modelini öğrencilerin üzerinde uygulamıştır. El hareketleri ile geliştirdiği bu modelin uygulanmasının kolay olduğunu ifade ederek herhangi bir masraf gerektirmeden öğrencilerin beğendiğini ifade etmiştir. İki elin parmakları ile uygulanarak mayoz bölünme konusunda kolay öğretilmekte olduğunu belirtmiştir. Bu modelde interfaz safhası eller işaret parmaklarıyla temsil edilmektedir. Ellerin farklı şekillere getirilmesi ile kromozom, sinapsis, krossing-over, tetrad gibi mayoz ve mitoz bölünmedeki kavramları gösterilmektedir. Araştırmacı sonuç olarak bu tür bir modelin uygulanması ile öğrencilerin kavramları daha iyi öğrendiklerini belirtmiştir.

Lock (1997) modellerle yaptığı çalışmada mayoz bölünmede yer alan kavramları boncuk, iplik, fırça gibi malzemelerle temsil eden bir uygulama yapmıştır. Lock, öğrencilerden mayoz bölünmenin safhalarını bu malzemeleri kullanarak göstermelerini istemiştir. Bu yöntemi kullanarak öğrencilerin kavramları daha iyi öğrendiklerini belirtmiştir.

Venville ve Treagust (1998) yaptıkları çalışmada öğrencilerin gen, DNA, kromozom ile ilgili kavramlar hakkında görüşlerini incelemiştir. Örneklem grubun lise 2.sınıf öğrencilerinin oluşturduğu çalışmaya toplam 83 kişi katılmıştır. Çalışmanın yöntemi olarak örnek olay kullanılmıştır. Veri toplama araçlarını ise mülakat, video ve çalışma yaprakları oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgularda öğrencilerin genleri hareketsiz olarak algıladıklarını ortaya çıkmıştır. Araştırmacı sonuç olarak, öğrencilerin genleri pasif olarak değil de aktif olarak bilgilerinin değiştiğini gözlemiştir.

Elangovan (2017) çalışmasında 10.sınıf öğrencileriyle bilgisayar simülasyonları ile öğretim gerçekleştirerek yarı deneysel yöntem kullanmıştır. Yapılan çalışmada, deney gurubu öğrencilerinin kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu ve bu yöntemle kavramların öğrenilmesinin kolaylaştırıldığı sonucuna varılmıştır.

Goff, Reindl, Johnson, McClean, Offerdahl, Schroeder ve White (2017) biyoloji bölümünden 534 öğrenci ile mayoz öğrenme modülünü ve Deneysel yöntemi kullanılarak yaptıkları çalışma sonucunda; kavramların daha iyi öğrenildiği ve başarılarının arttığı belirlenmiştir.

Tablo 4. Hücre Bölünmeleri ile İlgili Yanılgıların Giderilmesi ile İlgili İncelenmiş Yurtdışı Çalışmalar

Çalışmayı Yürütenler	Konu (Örneklem)	Kullanılan Yöntemler	Sonuçlar
McKean ve Gibson, 1989	Mayoz bölünme (ortaöğretim öğrencileri)	El yapması model	✓ Bu tür etkinliğe katılan öğrenciler daha başarılı bulunmuştur.
Mickle, 1990	Mitoz bölünme (ortaöğretim öğrencileri)	Model kullanımı	✓ Bu tür etkinliğe katılan öğrenciler daha başarılı bulunmuştur.

Tablo 4'ün devamı

Lock, 1997	Mayoz bölünme (ortaöğretim öğrencileri)	Model kullanımı	✓ Bu tür etkinliğe katılan öğrenciler daha başarılı bulunmuştur.
Venville ve Treagust, 1998	Gen, kromozom, DNA (9. sınıf öğrencileri)	Örnek olay yöntemi, Çalışma yaprakları, video	✓ Başarılı bulunmuştur.
Elangovan, 2017	Hücre bölünmeleri (10.sınıf öğrencileri)	Yarı deneysel yöntem	✓ Başarılı bulunmuştur.
Goff ve diğ., 2017	Mayoz bölünme (Biyoloji bölümü öğrencileri)	Modüler öğretim	✓ Başarılı bulunmuştur.

Tablo 4 incelendiğinde, öğrencilerin hücre bölünmeleri konularındaki yanlışlarının ve bilgi eksiklerinin giderilmesi için yurt dışında sınırlı sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmalarda modellerin kullanımına ağırlık veren araştırmacılar, modellerle öğretimde öğrencilerin konuları daha iyi kavradıklarını ve hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarının büyük ölçüde giderildiğini ifade etmişlerdir (Oakley, 1994; Pashley, 1994; Soderberg, 1992; Stencel, 1995). Araştırmalarda çalışma yaprakları ve modeller kullanılması gibi farklı öğrenme modelleri kullanılmasına rağmen bilgisayar destekli öğretimin olmaması dikkat çekmektedir.

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Yukarıda verilen literatür taramaları, hücre bölünmeleri ile ilgili konularda ilköğretimden üniversiteye kadar bütün öğrencilerde anlama problemlerinin yaşandığını ve kavram yanlışlarının görüldüğünü ortaya koymaktadır. Ortaya çıkartılan bu bulgular Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Yurtiçi ve yurtdışı çalışmalarda bu yanlışların giderilmesi için, geleneksel yöntemlerin çok fazla etkili olmadığı ve öğrenci merkezli öğretim yöntemleri ile öğretim materyallerinin kullanıldığı çalışmaların artırılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Literatürde öne çıkan diğer bir bulgu ise öğretmenlerin öğrencilerindeki ön bilgileri test ederek derslerini planlamaları gerektiğidir. Öğrencilerdeki kavramsal yapıyı değiştirmek böyle bir planlama yapılmadığı zaman güçleşmektedir. Bundan dolayı öğretmenin hem alan bilgisinin yeterli olması hem de konuyu etkin sunabilmesi önem arz etmektedir. Ancak yukarıdaki literatürde de incelendiği üzere hali hazırdaki öğretmen veya öğretmen adayları bu konuda yapılan çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir (Özsevgeç, 2007; Saka, 2006). Yapılan bu çalışmanın literatüre bu alanda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Hücre bölünmesi konularından olan mayoz bölünme konusundaki kavramlar; güncel hayatta pek karşılaşılmayan kavramlar olduğu için bu konu ve kavramların öğretimi ve öğrenimi, zihne yerleşmesi, zor olmaktadır. Haliyle bu durumda kavram yanlışlarının

oluşmasına sebep olmaktadır (Ayas ve Özmen, 1998; Aydın, 2011; Gözmen, 2008; Kara, 2013; Özmen, İbrahimoglu ve Ayas, 2000; Riche, 2000). Tablo 4'teki ilgili literatür incelendiğinde öğretmen adaylarının konu ve kavramları anlama noktasında problemlerinin olması belirtilmesine rağmen, mayoz bölünme ve bunun safhaları ile ilgili çalışmaların yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın bu yönde de önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin bu konuyu tam öğrenmeleri için öğretmenlerin alan bilgilerinin yeterli düzeyde olması gereklidir. Bu nedenle bu çalışmada; hücre bölünmeleri ünitesinde yer alan mayoz bölünme konusunda öğretmen adaylarının bilgi eksikliklerinin ve kavram yanlışlarının giderilmesinde oyun tabanlı bir bilgisayar yazılımı kullanılmasının etkisi incelenmiştir. Bunun yanı sıra geliştirilen bilgisayara dayalı materyallerin öğretim ortamlarındaki uygulanabilirlikleri de araştırılmıştır. Bu araştırmanın yürütülmesi süreci ile ilgili ayrıntılı bilgiler yöntem bölümünde verilmiştir.

Tablo 2 ve Tablo 3'te öğrencilerde var olan kavram yanlışları ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; hücre bölünmeleri ile ilgili yapılan çalışmaların olmasına karşın mayoz bölünmeyi bütünsel olarak inceleyen çalışmaların çok az olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda elde edilen verileri detaylı incelemek için anket ve mülakat metodunun yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Yapılan örneklem grubu olarak ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde olduğu; öğretmen adaylarına yönelik ise sadece genetik kavramları ile ilgili çalışmaların olduğu; birebir fen bilgisi öğretmen adaylarının mayoz bölünme ile ilgili yanlışlarını inceleyen çalışmalara rastlanmadığı ve öğrencilerde gerçekleşen kavramsal değişimin kalıcılığına odaklanan çok az çalışma olduğu ortaya çıkmıştır. Literatürde yukarıdaki eksikliklerin olması çalışmamızın bu alanda önemli boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde mayoz bölünme konusunda fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilmesinde kullanılan bilgisayara dayalı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca literatürdeki bilgiler genel itibari ile ders yazılımlarının kullanıldığı slayt şeklindeki çalışmalardır (Chinnici, Neth ve Sherman, 2006; Çağırın, 2008; Kara, 2013; Yakışan ve diğ., 2009). Fakat yapılan bu çalışma oyun temelli veya eğitsel oyunları içeren bir çalışma olup kullanılacak olan program basit bir yazılım olmayıp öğrencinin bizzat kendisinin de içerisinde olacağı ve oyuna müdahale edebileceği mayoz bölünme ile ilgili yeni bilgisayar yazılımını içeren eğitsel oyun olacaktır. Bu bilgiler dikkate alınarak literatüre tekrar bakıldığında bu tür bir çalışmanın olmadığı ve bu çalışmanın literatürdeki bir eksikliği gidereceği düşünülmektedir.

Literatürde yapılan araştırmalar dikkate alınarak yürütülen çalışma kapsamında üniversite ikinci sınıfta öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının, öğretim sürecinden önce ve sonra mayoz bölünme kavramlarını öğrenme düzeylerinde meydana gelen

değişimler incelenmiştir. Öğretmen adaylarının, seviyelerinde meydana gelen değişimler kavramsal olarak değerlendirilmiş ve çeşitli tablolarla gösterilmiştir. Bu kapsamda elde edilen araştırma sonuçları, mayoz bölünme konusu ile ilgili kavram yanlışlarının muhtemel nedenleri açısından incelenerek, ayrıntılı bir şekilde ortaya konmuştur. Çalışma, ortaya çıkan verilerin analizi sonucunda somut öneriler ışığında sonuçlandırılmıştır. Hücre bölünmeleri dersini yürütme aşamasında öğretim elemanları tarafından, araştırma kapsamında ortaya çıkartılan kavram yanlışlarının göz önünde bulundurulmasının ve geliştirilen bilgisayara dayalı materyallerin uygulanmasının, öğretmen adaylarında mevcut kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada, öğretmen adaylarının kavram yanlışları tespit edilirken aşağıdaki tabloda sunulan ve literatürde de genişçe yer alan kavram yanlışlarından da faydalanılmıştır.

Tablo 5. Literatürde Yer Alan Kavram Yanlışları

Araştırmacı	Kavram Yanlışları
Adıgüzel, 2006	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mitoz bölünme sonucu gerçekleşen olaylar, ✓ Mitoz bölünmenin görüldüğü hücre türleri, ✓ Mitoz bölünmenin özellikleri, ✓ Mitoz bölünmenin evreleri, ✓ Mitoz bölünme sonucu ortaya çıkan hücre sayısı, ✓ Mitoz bölünme sonucu oluşan hücre türleri, ✓ Mitoz bölünme sonucu ortaya çıkan hücrelerin özellikleri, ✓ Mayoz bölünmenin özellikleri, ✓ Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayıları, ✓ Canlılarda mayoz bölünme ile gerçekleşen olaylar, ✓ Mayoz bölünme sonucu oluşan hücre çeşitleri, ✓ Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin özellikleri, ✓ Mayoz ve mitoz bölünmenin canlıların üremelerine etkisi, ✓ Mitoz ve mayoz bölünmenin ortak özellikleri.
Kara ve Yeşilyurt (2007a)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mitoz bölünme geçiren bir hücrenin kromozom sayısı iki katına çıkar. ✓ Mitoz bölünme geçiren bir hücrenin kromozom sayısı yarıya düşer. ✓ Mayoz bölünme geçiren bir hücrenin kromozom sayısı aynı kalır. ✓ Mayoz bölünme geçiren bir hücrenin kromozom sayısı iki katına çıkar. ✓ Mitoz bölünme sonucu oluşan yeni hücreler ana hücreden farklı genetik bilgi taşır. ✓ Mayoz bölünme sonucu oluşan üreme hücreleri ana hücreyle aynı genetik bilgiye sahiptir. ✓ Mitoz bölünme eşey ana hücrelerinde görülür. ✓ Mayoz bölünme somatik dokularda meydana gelir. ✓ Hem mitoz hem de mayoz bölünme somatik dokularda gerçekleşir.

Tablo 5'in devamı

Araştırmacı	Kavram Yanılgıları
Kara ve Yeşilyurt (2007a)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hem mitoz hem de mayoz bölünme eşey ana hücrelerinde gerçekleşir. ✓ Bitkilerde mitoz görülmez. ✓ Bitkilerde mayoz görülmez.
Özdemir (2008)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ "Mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez", ✓ "Mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner", ✓ "Mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar", ✓ "Bir hücredeki kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur", ✓ "Diploit bütün hücrelerde mayoz bölünme görülebilir", ✓ "Bakteri mitoz bölünme ile çoğalır ve bölünmesi sırasında iğ iplikleri oluşur".
Kılıç ve diğ., (2009)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Siner, yumurta ve alyuvar hücrelerinde sırasıyla sentriol, homolog kromozom çifti ve çekirdek bulunur ✓ Mayoz evresinde crossing-over olayı olmasa da çeşitlilik sağlanır. Bunun sebebi iki çekirdek, bir sitoplazma bölünmesi olmasından dolayıdır. ✓ Hücre bölünmesinin son evresinde ara bölme oluşmamışsa bir ökaryot hücrede çekirdek bulunmaz. ✓ Mayozda ayrılmama ve kromatidlerin ayrılması kromozom üzerindeki genlerin diziliş sırasını değiştirebilir. ✓ DNA eşlenmesi karyokinez evresinde görülür.
Çakır ve Aldemir (2011)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Allellin tanımı ve konumu ✓ Homolog kromozom ve allellin konumu ✓ Genotip, genotip oranı, mayoz ve gametlere ayrılma, DNA replikasyonu ✓ Fenotip, fenotip oranı, mayoz ve gametlere ayrılma ✓ Monohibrit çaprazlama, homozigot ve heterozigot kavramları, baskın ve çekiniklik ✓ Saf ırk kavramı, homozigot ve heterozigot kavramları ✓ Epistasi, mono ve dihibrid çaprazlama ✓ Test çaprazı, crossing-over, bağlı gen, atasal-rekombinant birey ✓ Gamet sayısı, mayoz bölünme ✓ DNA'nın yapısı ✓ Genotip/fenotip çeşidi Dihibrit çaprazlama
Akyürek ve Afacan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DNA ile kromozomun karıştırılması ✓ Genin yönetim merkezi olduğunun söylenmesi ✓ DNA şekli ile gen şeklinin karıştırılması ✓ Mitoz-Mayoz bölünmenin karıştırılması ✓ Mayoz bölünmenin her organizmada görüldüğünün söylenmesi ✓ Mutasyon ile modifikasyonun karıştırılması ✓ Mitoz-Mayoz bölünmenin karıştırılması ✓ Mitoz bölünmenin üreme hücrelerinde gerçekleştiğinin söylenmesi ✓ Mutasyon ile modifikasyonun karıştırılması

Tablo 5'in devamı

Araştırmacı	Kavram Yanılgıları
Akyürek ve Afacan (2013)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modifikasyon ile besin zincirinin karıştırılması ✓ Adaptasyon ve Modifikasyon kavramlarının aynı olduğunun düşünülmesi ✓ DNA şeklinin yanlış bilinmesi ✓ DNA'nın, kromozomdan daha büyük olduğunun düşünülmesi ✓ Guanin-Adenin eşlenmesi
Aydın ve Balım, (2013b)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DNA nükleotidleri oluşturur. ✓ Nükleotidin içinde kromozom bulunur. ✓ Baba daima baskındır ve çocuklar babanın genetik özelliklerini taşır. ✓ Çocuğu anne doğurduğu için, genetik özellikleri daima annesine benzer. ✓ Sonradan kazanılan karakterler, oğul döllere aktarılır. ✓ DNA kendini eşlemez. ✓ Canlıların kromozom sayılarıyla gelişmişlik düzeyi doğru orantılıdır. ✓ Kromozom sayısı fazla olan canlı, az gelişmiştir. ✓ Kromozom sayısı fazla olan canlı daha çok ürer. ✓ Aynı tür canlıların kromozom sayısı farklıdır. ✓ Kalıtsal hastalıklar baskın genlerle taşınır. ✓ Mayoz, zigotun çoğalıp gelişmesini sağlar. ✓ Yanak hücresi ve sinir hücresinin genetik yapısı farklıdır.

2. 3. Bilgisayar Destekli Öğretim

Teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesi her alanda olduğu gibi eğitim alanında da önemli değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Bu alanda önem kazanması eğitim-öğretim tekniklerinin de tekrar gözden geçirilmesi ve yeni boyutlara çıkmasına sebep olmuş. Bunun sonucu "Bilgisayar Destekli Öğretim" kavramı ortaya çıkmıştır (Akçay, Feyzioğlu ve Tüysüz, 2003a, 2003b; Ayas, Karataş, Ünal, Çalık, 2001; Özbek, 2005; Ünal, 2007). Ayrıca son yıllarda teknolojik alanlardaki ilerlemeler bilgisayar sistemlerinin de gelişmesine neden olmuştur. Buda yukarıda bahsedildiği gibi eğitimin kalitesini artırma adına önemli bir yere gelmiştir. Özellikle her geçen gün daha fazla talep gören eğitim alanında ortaya çıkan ihtiyaçların karşılanması (Özel, 2008), eğitimde bireysel farklılıkları öne çıkaran uygulamaların önem kazanması ve çağdaş eğitim anlayışının değişmesi gibi etkenler bilgisayar destekli eğitimin önemini ortaya koymuştur (Akçay, Tüysüz, Feyzioğlu ve Uçar, 2007; Baki, 2001; Karataş, 2003; Uşun, 2004; Workman, 2004; Yiğit ve Akdeniz, 2003).

Bilgisayarın eğitim-öğretimde bir araç olarak kullanılması genel anlamıyla *Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)* olarak ifade edilir (Akkoyunlu, 1998). Bunun yanı sıra bilgisayar destekli eğitimin farklı tanımları vardır. Bilgisayar destekli eğitim (BDÖ); bilgisayarın

öğretim materyali olarak kullanıldığı, gerektiğinde öğrencinin kendi öğrenme durumuna göre ayarlayabileceği ve motivasyonunu artırmada etkili olabileceği bir öğretim yöntemi olarak tanımlanmıştır (Şahin ve Yıldırım, 1999). Odabaşı (1998) ise, “bilgisayarların ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğrenilenleri tekrar etme, problem çözme, alıştıırma yapma ve benzeri etkinliklerde öğrenme-öğretme aracı olarak kullanılmasıyla ilgili uygulamalardır” şeklinde ifade etmiştir. Başka bir araştırmacı ise bilgisayar destekli eğitimi, ‘eğitim-öğretim sürecinde öğrencinin karşılıklı etkileşimleri ile derse karşı aktif olması ve kendi öğrenmesinden sorumlu olması, çeşitli görsel araçlarla derse karşı motivasyonunu yüksek düzeyde tutması’ şeklinde yorumlamıştır (Baki ve Öztekin, 2001). Demirel (1996) bilgisayar destekli öğretimi; öğretim tekniği olarak ifade etmektedir. Ünal (2007) BDÖ’yü ‘Bilgisayarın öğrenciler tarafından bireysel olarak ve kendi hızlarına göre konuları öğrenmeleri veya öğretmenlerin ders içeriklerini, problem çözme, alıştıırma yapma ve benzeri etkinlikleri öğrencilere sunması amacıyla kullanıldığı, öğrencilerin konunun öğretiminde kullanılan bilgisayar yazılımı veya materyalle karşılıklı etkileşimler sayesinde aktif oldukları bir öğretim yöntemidir.’ şeklinde tanımlamıştır. Tüm bu tanımlar birlikte değerlendirildiğinde, bilgisayarın eğitim-öğretimde kullanılan önemli bir araç olduğu ve öğretim yöntemi olarak kullanıldığı literatüre girmiştir.

Son yıllarda teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ile bilgisayar kullanımları artmış ve eğitim alanına girmesi ile tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de etkisini göstermeye başlamıştır. 1980’li yıllarda ülkemizde bilgisayar kullanımı günlük hayatımıza girmiş ve eğitim-öğretimin gerçekleştirildiği kurumlar olan okullarda sadece idari işlemlerde kullanılmaya başlanmış, eğitim aracı olarak ise 1990’lı yıllarda kullanıma girmiştir (Engin, Tösten ve Kaya, 2010; Odabaşı; 1998; Uşun, 2004). Son yirmi yılda birçok dersle ilgili eğitim yazılımları geliştirilmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı’nca geliştirilen projelerle birçok okulda bilgisayar laboratuvarları açılmaya başlanarak bilgisayar destekli eğitim yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır (Çepni, Taş ve Köse, 2006). Özellikle son yıllarda FATİH projesi başlığı altında; tüm sınıflara akıllı tahta kurulumu, her öğretmen ve öğrenciye tablet dağıtımı, yaparak EBA isimli kapsamlı bir eğitim portalını öğrenci ve öğretmenlerin hizmetine sunmasıyla önemli bir aşamaya geçilmiştir (Öçal ve Şimşek, 2017; Yıldız, Sarıtepeci ve Seferoğlu, 2013).

2. 3. 1. Bilgisayar Destekli Öğretimin Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Günümüzde bilgisayar destekli eğitimin uygulandığı sınıflarda bilgisayarlar kullanılarak öğretim gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Bilgisayarın kullanımı bu öğretim yöntemine önemli katkılar sağladığını araştırmacılar ifade etmişlerdir. Bunlar şu şekilde ifade edilebilir:

1. Öğrencilere konunun diğer öğretim araçlarına göre daha hızlı ve sistemli bir şekilde öğretilmesine katkı sağlamaktadır (Odabaşı, 1998; Saka ve Yılmaz, 2005; Ünal, 2007).
2. Öğrencilere kendi hızlarında ve düzeylerinde ilerleyebilme imkanı sağlayarak öğrencilerin aktif olmasını sağlar (Akkoyunlu, 1998; Atıcı ve Gürol, 2000; İşman, 2001a; Odabaşı, 1998; Uşun, 2000).
3. Malzeme sıkıntısı yaşanacak veya yapılması zor olan deneylerin animasyon veya sanal laboratuvar gibi dijital ortamlarda gösterilerek öğrenciler tarafından anlaşılmasına imkan sağlar (Ayas, Çepni, Johnson, Turgut, 1997; Kara, 2005; Kıyıcı ve Yumuşak, 2005; Özdener ve Erdoğan, 2001a; Richards, Barowy ve Levin, 1992; Uşun, 2000).
4. Sıkıcı olabilecek konuların bilgisayar ortamında işlenerek öğrencilerin dikkatini çekerek eğlenceli bir şekilde konuları öğrenmesini ve daha fazla pratik yaparak konuları pekiştirmesi sağlanır (Karahana, 2001; Odabaşı, 1998; Özbek, 2005).

Bilgisayar destekli eğitim, literatürde olumlu bahsedilmesine karşın olumsuz tarafları da bulunmaktadır. Teknolojinin hızlı ilerlemesi ile sürekli programların değişmesi (İşman, 2001a; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Şahin ve Yıldırım, 1999), BDÖ ile ilgili yazılımların demode olması (Altın, 2001; Ayas ve diğ., 2001; Kabapınar, Özdener ve Salan, 2000; Özdener ve Erdoğan, 2001b), konuları öğretecek olan öğretmenlerin BDÖ yöntemini sınıflarda dersleri işlemede yetersiz kalması (Baki, 1996; Hızal, 1989; Karataş ve diğ., 2003), gibi sorunlar BDÖ konusunda olumsuzluklar olarak ifade edilmektedir. Bu tür eksikliklerin giderilmesi eğitim-öğretimin kalitesinin artmasına yardımcı olacaktır.

Öğrencilerin algılamalarında güçlük çektikleri ve zihinlerinde tam olarak yerleştiremedikleri soyut kavramlar; genellikle bilimsel olarak kabul edilen doğrularla çelişmekte ve birçok kavram yanılgısını içermektedir (Marbach-Ad ve Stavy, 2000). Bilgisayar destekli öğretim ise bu noktada devreye girerek öğrencilerin anlamakta zorlandıkları konuların anlatımında; bu yöntemin kullanılması ile öğrencilerin konu ve kavramları rahat bir şekilde öğrenmeleri sağlanmış olur (Ayas ve diğ., 1997; Bayram, Özdemir ve Koçak, 2011). Fen konularının çoğunlukla soyut kavramlar içerdiği düşünüldüğünde, BDÖ yönteminin kullanımının yarar sağladığı ve öğrenmelerinde olumlu katkılar sağladığının belirlendiği çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Gemici, Korkusuz, Bozan ve Sarıkaya, 2001; Gulińska, 2009; Özdener ve Erdoğan, 2001b; Topuz, Gencer, Bacanak ve Karamustafaoğlu, 2013). Fen bilimlerinin önemli alt bilim dallarından olan biyoloji konularında da yukarıda bahsedildiği gibi öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri soyut kavramların anlaşılmasında ve konuyu öğrenenlerin zihinlerinde canlandırılmasında yardımcı olabilecek öğretim yöntemlerine ihtiyacın varlığı bilinmektedir (Ertepinar,

Demircioğlu, Geban ve Tavuz, 1998). Bu ihtiyaç doğrultusunda bilgisayar destekli ğretim konu ve kavramların öğrenilmesinde ve farklı eğitim kademesinde bulunan öğrencilerin başarılarında pozitif yönde rol oynadığı literatürde ifade edilmiştir (Chang, 2001a, 2001b; Greenhalgh, 2001; Paris, 2004). Aynı zamanda BD yoluyla gözlemlenemeyen hücre bölünmeleri safhalarının modellenerek ğrenci için görsel hale getirilebilir, zaman sıkıntısı veya diğer imkansızlıklar yüzünden laboratuvarda yapılamayan deneyler bilgisayar ortamında animasyon ve simülasyonlarla gerçekleştirilebilir.

Yurt içi ve yurt dışında yapılan birçok araştırmada BD'nn öğrencilerin başarılarında, kavramsal değişimlerinde ve tutumlarında olumlu etki gösterdiği yer almıştır (Chang, 2000; Ertepinar ve diğer., 1998; Fanoviov ve Prokop, 2008; Korfiatis, Papatheodorou, Stamou ve Paraskevopoulous, 1999; Pektaş, 2008; Saka ve Akdeniz, 2006; Spyrtou, Hatzikraniotis ve Kariotoglou, 2009; zmen ve Kolomuç; 2004; Zheng ve Zhou, 2006; Yenice, 2003).

Son yıllarda etkileşimli olarak animasyonların ve simülasyonların kullanıldığı bilgisayar destekli eğitim, çeşitli şekillerde ve farklı birçok konuda kullanılmaktadır (Chang, Yang ve Chan, 2003). Öğrenciler anlaşılması güç bilimsel kavram ve konuları animasyon ve simülasyonlar sayesinde rahat bir şekilde öğrenmektedirler (Gl, 2011; Huppert ve diğer., 2002; Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2008). BD materyaller hazırlanırken öğrencilerin kontrol edebileceği şekilde olması gerekmektedir. Aksi takdirde gerek BD materyaller gerekse animasyon ve simülasyonlar geleneksel ğretim yöntemlerinden pek farkı kalmayacağı literatürde ifade edilmektedir (Akçay ve diğer., 2003a). Bu yüzdendir ki bilgisayar destekli öğretimden verim alınabilmesi için ders yazılımları, animasyonlar ve simülasyonlar hep birlikte beraber kullanılması gerekir (nal, 2007).

2. 3. 2. Bilgisayar Destekli ve Bilgisayar Tabanlı ğretim

Bilgisayarın eğitim-öğretime girmesi ile ğretim yöntemlerinde çeşitli değişikliklere sebep olmuştur. Özellikle ğretime yardımcı olan bir araç haline gelen bilgisayar, ğretim sürecinde kullanılarak öğrencileri konularda motivasyon etme noktasına gelerek öğrencinin hızına göre öğrenmesine imkan sunmuştur. Bir başka deyişle sınıf ortamında interaktif öğrenmeyle bilgisayar teknolojilerini birleştirerek ders içeriklerini öğrencilere sunan bir ğretim yöntemi yolunda önemli temel taşı oluşturmuştur. Diğer ğretim yöntemleriyle birlikte kullanılarak öğretilenleri tekrar etme, problem çözme, çeşitli alıştırmalar yapma gibi etkinliklerle birlikte, grafik, ses, animasyon ve şekilleri de içerisine alan ve öğrenciye konuları kavratma amacı güden bir ğretim modeli olmuştur (Güneş ve elikler, 2009; Güvercin, 2010; Karamustafaoğlu, Aydın ve zmen, 2005).

Bilgisayar Tabanlı Öğrenme (BTÖ) ise eğitimde bilgisayar kullanımları içerisinde olup belli bazı konuların öğretiminde yardımcı unsur olarak kullanılmaktadır (Akçay, Tüysüz, Feyzioğlu ve Oğuz, 2008). Son zamanlara kadar kullanılan klasik eğitim anlayışının temelinde bulunduğu üzere anlatım bulunmakta ve bu anlatım ile amaçlanan konunun bilgilerini öğrenciye eksiksiz bir şekilde öğretmen tarafından aktarma vardır. Fakat günümüzde özellikle yirmi birinci yüzyıldan sonra öğretim işi bilgiyi transfer etme şekline dönüşmüş ve öğrencilerine bilgiye kılavuzluk görevi verilmiştir. Bilgi teknolojilerinden faydalanacak öğrenci ise bilginin öğrenme sorumluluğunun kendisinde olduğunu düşünerek kendisini bu yönde motive etmektedir (Çömek ve Bayram, 2005). Günümüzde bilgi teknolojilerinin arasında yaygın bir şekilde kullanılan bilgisayar teknolojileri artık bilginin nasıl etkili ve verimli hale getirilir. Bu yönde hizmet edebilmek için çalışmalar devam etmektedir (Mahaffy, 2004). Öğretme ve öğrenme açısından birçok imkan sağlayan bilgisayarlar eğitimde vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Diğer araçlardan ayıran birçok özelliği olmasına rağmen bunlardan en belirginleri arasında üretim, öğretim, yönetim, sunu ve iletişim aracı olarak kullanılabilme gibi imkanlara sahiptir. (Emrahoğlu ve Bülbül, 2010).

Eğitimde verimi yükseltmede nitelik ve nicelik açısından önemli bir rol oynayan bilgisayar destekli öğretim yönteminde, geleneksel öğretim yöntemlerine bir seçenek olarak geliştirilmiş olup bilgisayar teknolojisi öğretim sürecine karşı değildir (Derviş ve Tezel, 2009).

2. 3. 3. bilgisayar Destekli Öğretim Uygulama Sahaları

Öğretmen tarafından verilen eğitim-öğretimde kalitenin yakalanabilmesi için bilgisayarların kullanımının yanı sıra donanım ve yazılım imkanları da bir o kadar önemlidir. Özellikle öğretmenin öğreteceği konuya uygun, dersin hedef ve davranışları doğrultusunda ve öğrencinin özellikleri dikkate alınarak geliştirilen yazılımlar bilgisayar destekli eğitimin temel amaçlarını oluşturmada önem arz etmektedir. Bu amaçların gerçekleştirilmesi, bilgisayarlardan istenilen düzeyde faydalanabilmesi için ders yazılımlarının bu hedefler doğrultusunda geliştirilmesi gerekmektedir. Çünkü amacına uygun olmayan yazılımların konuları öğretimde yardımcı olamamanın yanında öğrenciler tarafından sıkıcı olarak görülebileceği gibi zararlı boyutlara ulaşabileceği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Güzeller ve Korkmaz, 2007).

Yukarıdaki durumlar dikkate alındığında kaliteli ders yazılımlarına ihtiyaç olduğu görülmektedir. Kaliteli bir yazılımda, önceden belirlenmiş ve kullanım ihtiyaçlarına uygun yazılım standartlarında bir yazılım için gerekli her türlü gereklilikleri taşıyan yazılımdır. Kaliteli yazılımda bulunması gereken özellikler aşağıdaki başlıklar gibi sıralanabilir (Uşun,

2000); doğruluk, güvenilirlik, verimlilik, güvenlik, kullanılabilirlik, hata bulma kolaylığı, esneklik, sınav kolaylığı, taşınabilirlik, tekrar kullanılabilirlik ve bağlanabilirlik.

Ders yazılımları, bilgisayar öğretim amacıyla kullanılmasına imkan sağlayarak belirli hedefler doğrultusunda eğitim-öğretime katkı sağlar. Akkayonlu (1998) yazılımların farklı amaçlara hizmet edebileceğini açıklayarak; bazı yazılımlar, ders konularının tekrarını yaptırmak maksadıyla geliştirilirken bazıları ise konunun bütünü öğretme amacıyla hazırlanır. Burada öğretmen konuyu işlerken konunun ve öğrencilerin özelliğini dikkat alarak uygun yazılımları seçebilir. Araştırmacılar ders yazılımlarını çeşitli gruplara ayırmışlardır. Bunlardan belli başlı uygulananları şu şekilde sıralanabilir: Alıştırma ve pratik yapma yazılımları (Ayas ve diğ., 1997; Clarke, 2001; Yalın, 2003; Yaşar, 1997), benzetim yazılımları (Ayas ve diğ., 1997; Geisert ve Futrell, 2002; Odabaşı, 1998), eğitsel oyunlar (Akpınar, 1999; İşman, 2001b), problem çözme (Kaya, 2005; Uşun, 2004; Varol, 1996; Yaşar, 1997).

2. 3. 3. 1. Alıştırma ve Pratik Yapma Yazılımları

Öğrencilerin öğretim sürecinde öğrenmiş oldukları kavramları zihinlerinde daha iyi oturtabilmelerine yardımcı olan yazılımların başında gelen alıştırma ve uygulama yazılımları, bilgiyi destekleyerek hafızada kalıcı olmasını sağlar. Yaşar (1997), öğrencilerin alıştırma ve pratik yapmalarını sağlayarak bilgisayar üzerindeki normal görevlerinin birbirini izleyen bir duruma getirmesini sağlar.

Bu tür programların iyi hazırlanması ve uygulamalar yapılması sınıf içerisinde öğretimin daha iyi yapılmasına yardımcı olup diğer yazılımlarla birlikte etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağlamaktadır.

Bunun yanı sıra bu tür yazılımların önemli özelliklerinden biriside öğrencilerin eksikliklerini bildiren ve gerektiğinde bunları gösterebilen, puanlama yapabilen ve konu ile ilgili çok sayıda alıştırma imkanı verebilen yazılımlar olmasıdır. Program, öğrencinin verdiği cevapların olumlu veya olumsuz olup olmadığını değerlendirerek eğer olumlu ise doğruluğunu kabul ettiğine dair bir pekiştirmeyle cevap verir ve diğer soruya geçer. Bu tür yazılımlarda pekiştirme vererek öğrencinin bilişsel öğrenmelerinde olumlu katkı sağlar (Baki, 2002).

2. 3. 3. 2. Benzetim Yazılımları

Benzetimin genel olarak kelime anlamı gerçek bir durumun temsil edilmesi, bir modelin gerçeğe uygun olarak geliştirilmesidir. Benzetim yazılımı ise kelime anlamı ile

paralel olarak gerçek olay veya durumu çeşitli nesnelere kullanarak bilgisayar ortamına aktarma işlemine denir.

Benzeşim programlarının eğitimde kullanılış amaçları, öğrencilere yeni bilgileri kazandırmak ve öğrencilerin mevcut bilgileri ile yeni öğrendikleri bilgiler arasında köprü kurmaktır. Bunun yanında yeni öğrendikleri bilgileri özümseyerek uzun süreli belleklerinde kalıcı olarak kalmalarını sağlayarak öğrencilerin konu ve kavramlar hakkında bilgilerini sağlamlaştırmaktır. Bu tür yazılımlar aracılığıyla tehlikeli ve ulaşılmaz güç deneyler bilgisayar ortamında yapılması sağlanarak deney sonuçları kısa sürede ortaya çıkartılabilir. Bunun önemli yararlarından birisi gerçek hayattakine benzer olmasıdır.

Eğitimde benzetim yazılımlarının faydaları kısaca şu şekilde özetlenebilir: Zamanı azaltma, süreci yavaşlatma, öğrencileri işin içerisine katma, hayal düşünülen nesnelere somutlaştırma, tekrar imkanı sağlama, konuya hakim olma.

2. 3. 3. 3. Eğitsel Oyunlar

Eğitsel oyunların amacı, becerilerin kazandırılması veya öğrenmeyi kolaylaştıran bir öğrenme ortamı sağlamaktır. Akpınar (1999) 'a göre,

Eğitsel oyunlar aşağıdaki alt başlıklara dikkat edilerek oluşturulur (Akpınar, 1999; URL-3, 2014).

1. Bir ya da daha fazla oyuncu
2. Oyunun kuralları
3. Ulaşılmak istenen hedef
4. Oyun içindeki kurallar
5. Tercih edilebilen stratejiler
6. Oyunun durumu hakkında bilgi

2. 3. 3. 4. Problem Çözme Yazılımları

Uşun (2004) problem çözme yazılımlarını şu şekilde izah etmiştir:

Öğrencilerin açık bir çözümü olmayan bir problem ya da durumu bilimsel yaklaşımla, yaparak yaşayarak çözmeleri biçiminde gerçekleştirilen ve üst düzey zihinsel etkinliklerin (analiz, sentez, değerlendirme, tümevarım ve tümdengelim) kazanılmasında ise koşulan ve yaratıcı düşünmeyi geliştiren bir öğretim yöntemidir.

Problem çözme yazılımlarında problemin çözümü ve problemi çözmek için ihtiyaç olan gerekli bilginin öğretilmesi ve buna uygun tasarımın yapılması ve geliştirilmesi karmaşık bilgileri içerdiği için diğer yazılım programlarına göre daha zor hazırlanmaktadır. Burada kullanıcı veya öğrenci problemi çözmek için bilgisayar kullanımının yanında buna

uygun yazılıma da ihtiyaç olduğundan dolayı bu yazılım türü diğer yazılım türlerine göre karmaşık gelmektedir.

Akgün (1996) problem çözme becerisinin öğrenciye kazandırılması öğretme sürecinde önemli aşamalarından olduğunu ifade etmiştir. Problem çözme basamaklarında sırasıyla; problemin belirlenmesi, problemle ilgili bilgilerin toplanması, problemin çözüm yollarının sıralanması, belirlenen çözüm yollarının aranması, uygulamalardan sonuçlar çıkarılması ve çözüm için kesin sonuca varılması basamakları kullanılır.



3. YÖNTEM

Bu çalışmada, mayoz bölünme konusunun öğretimine yönelik bilgisayara dayalı öğretim materyali geliştirilmiş ve bu materyalin fen bilgisi öğretmen adaylarının konu ile ilgili bilgi eksiklikleri ile kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu bölümde; araştırmanın, yöntemi, örnekleme, veri toplama araçlarının ve materyalin geliştirilmesi, verilerin nasıl toplandığı ve analiz edildiğiyle ilgili bilgiler verilmiştir.

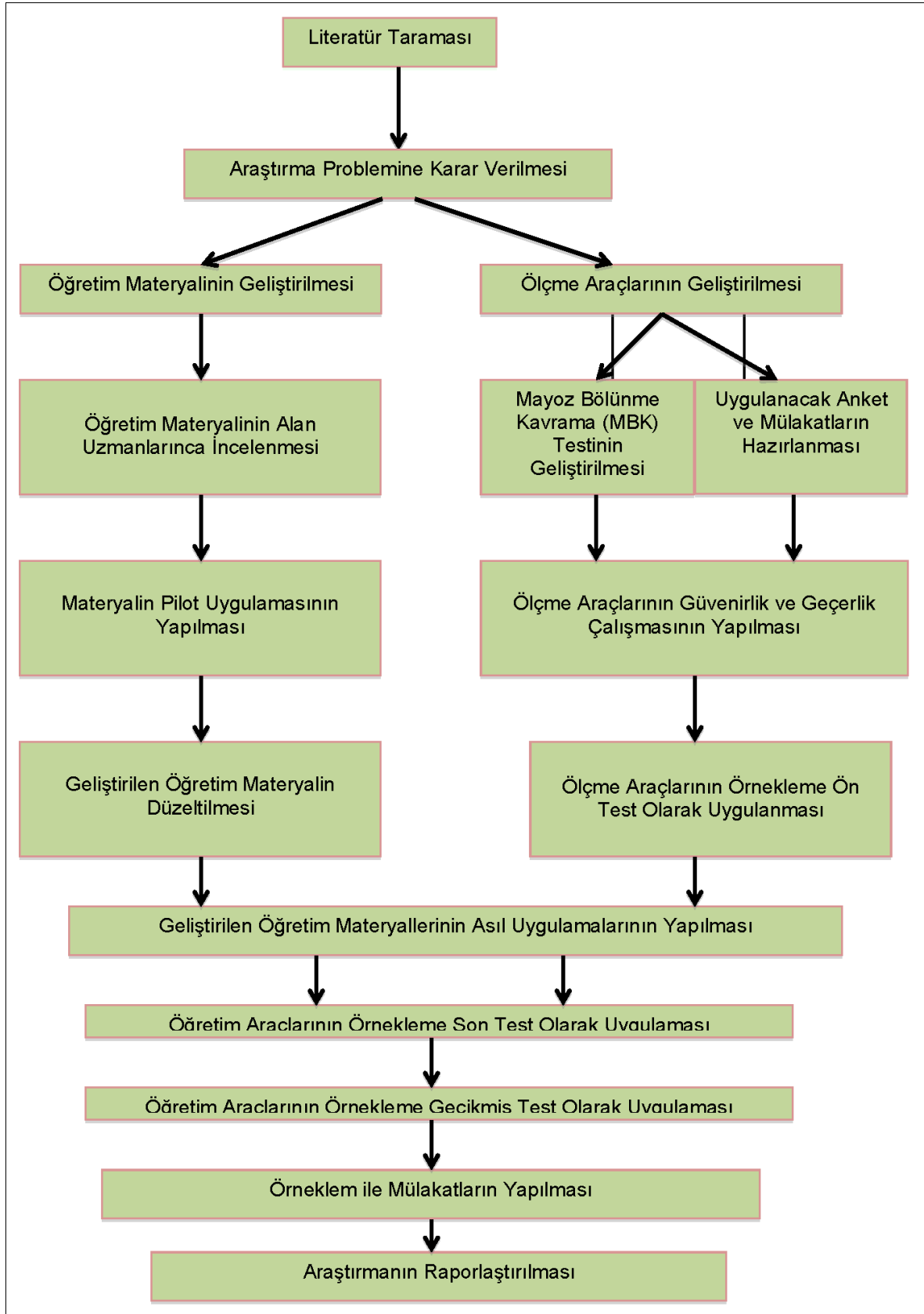
3. 1. Araştırma Modeli

3. 1. 1. Araştırmanın Tasarlanması

Alanyazında öğretim materyallerinin öğrencilerin konuları öğrenmeleri üzerine önemli katkılar sağladığı görülmektedir. (Karamustafaoğlu, 2003; Saka, 2001; Özsevgeç, 2007; Ünal, 2007). Fakat yükseköğrenim seviyesinde materyal geliştirme çalışmalarının özellikle bilgisayar destekli materyallerin sınırlı sayıda olduğu dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, alana katkı sağlamak amacı ile yükseköğrenim düzeyinde bilgisayara dayalı öğretim materyalleri geliştirilmesine ve etkililiğinin araştırılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla, öncelikle biyoloji alanında öğrenilmesinde ve öğretilmesinde problem ve yaşanan konular incelenmiştir. Yapılan literatür taramasında, öğrencilerin ilköğretimden yüksek öğretimde ve sonrasında bazı konularda kavram yanlışlarının çok olduğu tespit edilmiştir (Atılboz, 2004; Özcan, 2000; Saka ve Cerrah, 2004; Sharma ve Kaur, 2016; Tsui ve Treagust, 2003, 2004; Ünal, 2007). Bunlar arasında; hücre bölünmeleri, genetik, canlıların sınıflandırılması, fotosentez gibi konular yer almaktadır. Bununla birlikte, bu konulardaki problemlerin çözümünde eğitim-öğretim sürecinde kullanılan materyallerin ve geleneksel öğretim yöntemlerinin mevcut şartlarda önemli ölçüde yetersiz kaldığı ifade edilmektedir (Saka, 2006; Şahin ve Parim, 2002).

Ezbere yönelten yüzeysel öğretim şekilleri, konuların karmaşıklığı, latince kelimeler gibi sebeplerden yola çıkarak bu çalışmada çağa uygun teknoloji destekli öğretim materyali kullanılması kararlaştırılmıştır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının mayoz bölünme ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bunların giderilmesinde bilgisayara dayalı öğretimin etkisine yönelik olarak yürütülen bu çalışmanın tasarımı ve ilgili araştırma sürecinin şematik yapısı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması

3. 1. 2. Araştırmanın Yöntemi

Araştırma yöntemi, araştırmacıya veri toplama, analiz etme ve düşünceleri yazma sürecinde klavuz gibidir. Genelleme alanlarını tanımlar ve nedenler hakkında sonuç çıkartmaya imkan sağlar. Bu araştırmada, adaylarla yapılan mülakatlar ve gözlemler ile nitel ve kavram başarı testinin puanlandırılması, ön, son ve geciktirilmiş testi ile nicel veriler elde edilmiştir. Bu nedenle, araştırmanın hem nitel hem de nicel bir boyutu bulunmaktadır.

Bu çalışmada öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu araştırmada hazırlanan öğretim sürecinin ne derecede etkili olduğu araştırıldığından deneysel yöntem seçilmiştir. Çalışma yönlendirilen ve etki edilen deney grubundaki farklı durumları karşılaştırmak ve kontrol grubu değişkenlerinin tesirini de azaltmak için yönlendirilmeyen kontrol gruplu olarak yürütülmüştür (Çepni, 2007; Karasar, 2000).

3. 2. Araştırmanın Örnekleme

Araştırmanın örneklemini matematik ve fen bilimleri eğitimi bölümü fen bilgisi eğitimi programı 2.sınıfında öğrenim gören öğretmen adayları oluşturmaktadır. Bunun için basit rasgele örneklem seçimi yapılmıştır. Üzerinde araştırma yapılması düşünülen örneklem ikinci sınıflar arasından rasgele seçilmiştir. Uygulama sürecinde, fen bilgisi öğretmenliği okuyan 50'şer kişilik sınıflardan birisinde konular alternatif öğretim metotlarıyla işlenirken diğer sınıfta ise bilgisayara dayalı materyaller kullanılarak işlenmiştir. Derslerin düz anlatım yöntemiyle işlenen grup kontrol grubu, bilgisayar materyallerinin kullanıldığı grup ise deney grubu olarak isimlendirilmiştir. Araştırmadaki veriler kavram başarı testi ve mülakat ile toplanmıştır. Adayların anlama düzeylerini ve anlamlı bir öğrenme gerçekleştirip gerçekleştiremediklerini belirlemek amacıyla bilgisayara dayalı öğretim modeline uygun materyaller kullanılmıştır.

Mayoz Bölünme Kavrama Testi (MBK)'nın pilot uygulamalarına fen bilgisi eğitimi 2. sınıfında öğrenimine devam eden 50 öğretmen adayı katılmıştır. Kavramlara yönelik mülakat (KM) için hazırlanan sorularda aynı programda öğrenim gören 3'ü kız, 3'ü erkek toplam 6 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen pilot çalışma sonucunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Hazırlanan bilgisayara dayalı materyallerin pilot çalışmalarına katılan öğretmen adaylarının sayısı ise derse devam durumlarından 20–55 arasında değişmiştir.

Araştırmanın asıl uygulamaları 2013–2014 güz yarıyılında Fen Bilgisi Eğitimi Programındaki ikinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Geliştirilen materyallerin uygulanması bizzat araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulama, testler ve

mülakatlar hariç, 10 ders saatinde tamamlanmıştır. Uygulama süresince çalışmalara katılan adayların cinsiyete göre dağılımı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Asıl Uygulama Çalışmalarına Katılan Örneklemin Cinsiyete Göre Dağılımı

Cinsiyet	UYGULAMALAR							
	Ön Uygulamalar		Son Uygulamalar					
	MBK	KM	MBK		KM	Materyale Yönelik Mülakat	Geciktirilmiş Test	
			DG	KG			DG	DG
Kız	27	6	31	27	6	7	31	27
Erkek	23	6	19	23	6	7	19	23
Toplam	50	12	50	50	12	14	50	50

DG: Deney Grubu KG: Kontrol Grubu

MBK test uygulamalarına (ön test – son test) toplamda 50 kişi katılmıştır. Son test uygulamadan 1 hafta sonra örnekleme uygulanmıştır. KM ise son testten 1 hafta sonra tamamlanmıştır. KM'ye katılacak adaylar ön testten aldıkları puanlar dikkate alınarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının testten aldıkları puanlar en yüksekte en düşüğe göre sıralanmış ve kız öğretmen adaylarından 6 (2 yüksek, 2 orta, 2 düşük) seviyede puan alan, aynı şekilde erkek öğretmen adaylarından 6 (2 yüksek, 2 orta, 2 düşük) seviyede puan alan öğrenciler olmak üzere toplam 12 öğretmen adayı mülakatlara katılmıştır. Uygulama sonunda öğretmen adaylarındaki gelişimi incelemek amacıyla yine aynı öğretmen adaylarıyla aynı ön ve son mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının bilgisayara dayalı yaklaşıma yönelik düşüncelerini belirlemek için de 14 öğretmen adayı ile materyale yönelik mülakatlar yürütülmüştür.

3. 3. Verilerin Toplanması

3. 3. 1. Veri Toplama Araçları

Bu başlık altında araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının hazırlanması, pilot ve asıl uygulamalarına yönelik bilgilere yer verilmiştir. Araştırmada veri toplamak amacıyla Mayoz Bölünme Kavrama Testi, bilgisayara dayalı öğretim modeline uygun geliştirilmiş materyalin hazırlanışı öğrencilere uygulanmış ve öğrenciler ile hazırlanan olaylar hakkında mülakatlar yürütülmüştür.

3. 3. 1. 1. Test

Testler eğitim-öğretimde genellikle öğrencilerin başarı düzeylerini belirlemek ve sahip oldukları öğrenme yeteneklerini ölçmek amacıyla kullanılır. Aynı zamanda öğrencilerin başarı düzeylerini ortaya koyarak hangi davranışları ne oranda kazandıklarını da belirlemede de önemli rolleri bulunmaktadır (Özçelik, 1998; Tekin, 1996; Yıldırım, 1999). Testler beş grupta kategorilenmiş olup bunlar sırasıyla; kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler, yazılı cevap gerektiren testler, iki aşamalı testler ve çoktan seçmeli testlerdir (Karataş ve diğ., 2003).

Çoktan seçmeli testlerde sorular birden fazla seçenekli olup cevaplayıcılar bunlardan bir tanesini seçer (Beydoğan, 1998). Çoktan seçmeli testler amacına uygun olarak hazırlandığında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemede önemli bir etkiye sahip veri toplama araçları olmaktadır. Bu tür testler öğrencilerin konularla ilgili kavram yanlışlarını belirlemede oldukça iyi düzeyde olup çoğu araştırmacı tarafından kullanılmaktadır (Halloun ve Hestenes, 1985; Helm, 1980; Linke ve Venz, 1979; Tamir, 1971, 1989; Voska ve Heikkien, 2000). Bu tür testler kavram yanlışlarını ortaya çıkarmada önemli bir etkiye sahip olduklarından öğretmenler tarafından tercih edilmektedir. Araştırılmak istenen konuyla ilgili daha önceden uzmanlar tarafından hazırlanmış olduklarından öğretmenler tarafından kolaylıkla erişilebilir ve uygulanabilir olmasıdır (Peterson ve Treagust, 1989; Peterson, Treagust ve Garnett, 1989; Treagust, 1988).

Bu şekilde hazırlanan çoktan seçmeli testlerde, önceden belirlenen alternatif fikirler her bir soruda doğru cevap yanında çeldirici olarak kullanılmıştır. Çeldiricilerden herhangi birini işaretleyen öğrencinin, o çeldiricinin yansıttığı alternatif fikre sahip olduğu kabul edilmiştir (Preston, Treagust ve Garnett, 1986; Treagust, 1988). Ayrıca farklı kaynaklardan alınan soruların bir kısmı yeniden düzenlenerek kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının konu ile ilgili kavramlarla sahip oldukları bilgileri derinlemesine belirleyebilmek ve konu ve kavramlarla bağlantılı bilgi eksiklerinin belirlenmesi için testte çoktan seçmeli sorulara yer verilmiştir.

3. 3. 1. 1. 1. Mayoz Bölünme Kavrama (MBK) Testi

Mayoz Bölünme Kavrama (MBK) Testi iki amaçla kullanılmıştır:

1. Öğretmen adaylarının konu ile ilgili bilgi eksikliklerinin ve kavram yanlışlarının neler olduğunu ve bilgisayara dayalı öğretim modeline uygun olarak hazırlanan materyalleri öğretmen adaylarının uygulamaları sonrasında bu yanlış ve bilgi eksikliklerinin ne yönde değiştiğini tespit etmek.

2. Materyali uygulama sürecinde öğrenilen bilgilerinin ne kadar kalıcı olduğunu görmek.

Bu amaçlar doğrultusunda kullanılmıştır. Dolayısıyla MBK Testi ön, son ve geciktirilmiş test olarak üç kez uygulanmıştır.

Öğretim programında, mayoz bölünme ile ilgili konuların öğretmesi için ayrılan süre 6 saat olarak belirtilmiştir. Araştırmada kullanılan MBK Testi soruları öğretim programında belirtilen hedef ve davranışlar dersi veren öğretim üyesi ile mesleğe hazırlanan fen ve teknoloji öğretmen adaylarının görüşlerinin yanı sıra üniversitede iş başında olan öğretim elemanlarının görüşleri ve pilot çalışmanın sonuçları dikkate alınarak geliştirilmiştir (Ek 1).

MBK Testinin bütün uygulamaları araştırmacı tarafından yapılmıştır. Ön test, bilgisayara dayalı materyali uygulamaya başlamadan bir hafta önce; son test, materyal geliştirme sürecinin yürütüldüğü 2013–2014 yılı güz döneminin sonunda, geciktirilmiş test ise bahar döneminin başlangıcında uygulanmıştır. Son ve geciktirilmiş test arasında 3 aylık bir süre geçmiştir.

3. 3. 1. 1. 2. Mayoz Bölünme Kavrama Testi Sorularının Özellikleri

Testte kullanılacak soruların hazırlanması aşamasında kavramlarla ilişkili çeşitli ulusal ve uluslararası makaleler, test kitapları, değişik türden yerli ve yabancı genel biyoloji kitapları, web sayfaları incelenerek bir soru havuzu oluşturulmuştur. Sorular konunun içeriğini kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Soruların bazıları yukarıda belirtilen kaynaklardan alınırken bazıları da araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bir kısım sorular da literatürde belirtilen alternatif fikirleri içerecek şekilde hazırlanmıştır. MBK testinin ön test uygulamasındaki bazı sorular içerikleri değiştirilmeden, adayların ezberleyerek cevap vermelerini önlemek amacıyla farklı şekillerde sorulmuştur. Geciktirilmiş test ise üzerinde değişiklik yapılmadan uygulanmıştır. Bu işlemler sonucunda test, 33 çoktan seçmeli soru olacak şekilde düzenlenmiştir.

Pilot uygulamadan sonra testte yer alan çoktan seçmeli sorular dikkate alınarak madde analizi yapılmış ve çoktan seçmeli soru sayısı 25'e inmiştir. Son hali ile test, 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır (Ek 1). Testin çoktan seçmeli kısmındaki sorular, seçeneklerden biri doğru dördü çeldirici olacak şekilde hazırlanmıştır. Testteki soruların konuları Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Mayoz Bölünme Kavrama Testindeki Soruların Konuları

Ölçülmek İstenilen Kavram ya da Anlamlar	Soru No ve Yararlanılan Kaynak						
	Gözmen, 2008	Araştırmacı	Özdemir, 2008	URL-1	ÖSS, 2004	ÖSS, 1999	URL-2
Mayoz Bölünmenin Genel Özellikleri	1	3, 11, 22, 25	12	19			
Mayoz Bölünmenin Safhaları		2, 6, 7, 8, 14, 16, 18					
Kromozom		4, 17				9	
Homolog Kromozom	23	5					
Sentrozom			10				
Krossing-over		15, 24					13
Kalıtsal Çeşitlilik		20, 21					

3. 3. 1. 1. 3. Kavram Başarı Testinin Geçerliği

Geçerlik, bir ölçme aracının ölçmeyi amaçladığı özelliği başka herhangi bir özellikle karıştırmadan, doğru olarak ölçmedir (Baykul, 2000). Başka bir ifade ile ölçme aracının geliştirilen konudaki amaca uygun olmasıdır (Tekin, 2000). Ölçülmek istenen kavramın geçerliliğinin yüksek olabilmesi için bu kavramın gözlenebilir nitelikteki değişkenliklerle ifade edilmesi gerekmektedir. Bu sebepten dolayı doğrudan ölçmelerde geçerlik daha yüksektir. Fakat eğitim çalışmalarında ağırlıklı olarak dolaylı ölçmeler kullanılmaktadır. Dolaylı ölçümlerde başvuru alan değişkenlerin hem kavramı tam olarak karşılayamaması, hem de gözlenebilme ölçütlerinin yeterince duyarlı olmaması geçerliğin daha düşük olmasına neden olmaktadır (Karasar, 1999).

Testlerde geçerliği artırmak için madde analizi yapılmasının gerekliliği çeşitli araştırmalarda ifade edilmiştir (Turgut, 1997). Madde analizi yöntemi kullanılarak geliştirilen başarı testinin çoktan seçmeli 33 sorusu analiz edilmiştir. Madde analizi, bir teste konulacak maddelerin seçilmesi, maddeler üzerindeki düzeltmelerin hangi doğrultuda olacağını belirlenmesi ve teste konulması, mümkün olmayan maddelerin elenmesi amacıyla yapılır (Baykul, 2000). Madde analiziyle su üç soru cevaplandırılmaya çalışılır (Tekin, 2000):

1. Maddenin bağıl güçlük derecesi nedir?
2. Madde iyi öğrenci ile zayıf öğrenciyi birbirinden ayırt ediyor mu?
3. Maddenin çeldiricileri iyi çalışmış mı? Çeldiriciler yeterli bilgiye sahip olmayan zayıf öğrencileri yanıltmış, kendine çekmiş mi?

Birinci soru maddenin güvenilirlik niteliği, ikinci ve üçüncü sorular ise maddenin geçerlik özelliği ile ilgilidir. Başka bir ifade ile madde güçlüğü soru hakkında, kullanılışına

göre, hem güvenilirlik hem de geçerlik ile ilgili bilgiler verebilir (Yıldırım, 1999). Madde analizi sürecinde öncelikle bütün cevap kâğıtları en yüksek puandan en düşük puana doğru sıraya konur. Sıraya konan cevap kâğıtlarından üstten ve alttan % 27'lik dilimlerde yer alan kâğıtlar analiz için ayrılır. Cevap kâğıtlarının bir kısmı analize dahil edilmediği için, madde güçlüğü, sadece alt ve üst gruptaki doğru cevap oranlarının ortalaması alınarak hesaplanır (Turgut, 1997). Bu işlem için gerekli formüller ve maddelerin ayırt edicilik indislerinin nasıl hesaplanacağı ile ilgili formüller (Özçelik, 1997) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan testin madde analizinde Ek 2'de yer alan formüllerden yararlanılmıştır. Pilot çalışma 50 kişi üzerinde yapıldığından tüm grubun % 27'lik kısmı $50 \times 27/100 \cong 14$ kişi olarak bulunmuştur. Testin madde analizi sonuçları Ek 3'de verilmiştir.

Bir testteki maddelerin ayırt edicilik gücü (-1,00) ile (+1,00) arasında değişir. Maddelerin ayırt edicilik gücü ne kadar yüksekse test o kadar geçerlidir. Test maddelerinin ayırt edicilik değerlerinin karşılaştırılarak değerlendirildiği ölçüt şu şekildedir: Ayırt ediciliği 0,20'den daha düşük maddeler, "kullanılmamalı" ya da "geliştirilerek" kullanılmalıdır. Ayırt ediciliği 0,20-0,29 arasında olan maddeler "zorunlu hallerde kullanılabilir veya düzeltilerek kullanılabilir". Ayırt ediciliği 0,30 - 0,40 arasında olan maddeler "iyi"; ayırt ediciliği 0,40' tan yüksek olan maddeler ise çok iyi sayılabilir. Ayırt ediciliği negatif olan maddeler ise testte kullanılmamalıdır (Özçelik, 1997; Tekin, 2000). Madde analizi sonucu testteki çoktan seçmeli sorulardan sekiz tanesinin ayırt edicilik indisleri 0,30'dan küçük olduğu için testten çıkarılmıştır. Testteki soruların güçlük indisleri 0,35-0,78 arasında, ayırt edicilik indisleri ise 0,07-0,71 arasında değişmektedir. Testin bu bölümünde yer alan 25 çoktan seçmeli sorunun tümü için güçlük derecesi $p=0,38$ olarak hesaplanmıştır.

3. 3. 1. 1. 4. Mayoz Bölünme Kavram Testinin Güvenirliği

Ölçme aracında bulunması gereken önemli özelliklerden biride, güvenirlidir. Güvenirlik bir ölçme aracının yapılan her ölçümde aynı değerleri vermesidir (Çepni, 2007). Güvenilir bir ölçme aracı, arka arkaya yapılan ölçümlerde aynı özelliklerle ilgili olarak yaklaşık aynı sayısal sonuçları vermesi gerekir (Kaptan, 1998; Tekin, 2000).

Güvenirlik tahmin sonuçlarının belirlenmesi için korelasyon katı sayısının 0,00 ile 1,00 arasında olması gerekir. Korelasyon kat sayısının 1,00'a yakın olması testin güvenirliliğinin yüksek olduğunu, 0,00'a yakın olması ise güvenirliliğinin düşük olduğu anlamına gelmektedir (Çepni, 2005; Özçelik, 1997).

Madde analizi yapılmış testlerde güvenilirlik katsayısını hesaplamak için en çok kullanılan yöntem Kuder-Richardson 20 ve 21 formüllerinin kullanılmasıyla yapılan güvenilirlik hesaplamalarıdır. Bu formüller, testteki her bir maddenin aynı değişkeni ölçtüğü,

yani testin ölçtüğü şeyin homojen olduğu sayılına dayanmaktadırlar. Eğer testteki tüm maddelerin güçlük dereceleri birbirine yakın ise güvenilirlik için *KR-21* formülü kullanılmaktadır. Ancak bu çalışmada kullanılan testin madde güçlükleri birbirine yakın olmadığından güvenilirlik hesaplaması *KR-20 formülü* kullanılarak belirlenmiştir. *KR-20* formülü ile ilgili bilgilere Ek 2'de yer verilmiştir.

Madde analizi yapıldıktan sonra bazı soruların çıkarılması sonucu testin 25 çoktan seçmeli bölümü için güvenilirlik katsayısı *KR-20* formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Testin güvenilirlik katsayısı $r=0,81$ olarak bulunmuştur. Bu da testin güvenilir olduğunu göstermektedir.

3. 3. 1. 2. Mülakat

Kişilerin herhangi bir konuda bilgi toplamak amacıyla bireylerle yaptıkları sözlü anketlere mülakat denir. Belirli bir amaç doğrultusunda insanlarla iletişime girmek te mülakat olarak tanımlanabilir. Bunun yanında mülakatların amacı genellikle; iletişim kurulan bireylerin araştırılan konu hakkında duygu, düşünce ve tutumlarının neler olduğunu ortaya çıkartmaktır (Ayas ve diğ., 2001; Çepni, 2005; Ekiz, 2003; Karasar, 2000). Sorular sorulurken bireylerin ön yargılarının ve farklı durumlara verdikleri tepkilerde ortaya çıkartılmaya çalışılır. Bu amaç doğrultusunda mülakatlar üçe ayrılır. Bunlar; yapılandırılmış (formal), yarı yapılandırılmış (yarı formal) ve yapılandırılmamış (informal) mülakatlardır (Çepni, 2005).

Bu çalışmada kavramlara yönelik mülakat kullanılmıştır. Çünkü kavramların tanımlanmasında öğrencilerden neden böyle bir sonuca ulaştıkları sorusuna açıklık getirmeleri istenmiştir. Başlangıç soruları ile başlayan bu mülakatları bir dizi resimlerle ilgili sorularla devam etmiştir.

Mülakat gerçekleştirilirken kullanılan resim veya diyagramların yanında gerçek durumlar ya da nesnelere de kullanılabilir. Bunun sebebi olarak; çizimler öğrenciye daha soyut gelirken, gerçek nesnelere ise öğrencilerin deneyimlerinden çağrışım yaptırdıkları için anlamaları açısından daha somut gelmektedir. (White ve Gunstone, 1992). Pek çok araştırmada öğrencilerin alternatif fikirlerini belirlemek amacıyla sıkça kullanılan kavramlara yönelik mülakatlar, bir konuyu derinlemesine inceleme ve öğrencilere serbest düşünme imkanını sağlar (Abdullah ve Scaife, 1997; Coştu, 2002; Çalık, 2006; Demircioğlu, 2003; Posner ve Gertzog, 1982).

Araştırmalarda genellikle mülakat tekniği farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi; yürütülen araştırmanın problemlerine cevap bulabilmek ve çalışmanın amacına yönelik bilgileri elde edebilmek için doğrudan bir veri toplama aracı olarak kullanılmasıdır. Bu süreçte var olan hipotezleri test etmek, yeni hipotezler önermek veya

çalışmadaki değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacı da gerçekleştirilmiş olur. İkinci amacında ise diğer metotlarla elde edilen verilerin güvenilirliğini (üçgenleme) ve geçerliliğini sağlamaktır (Cohen ve Manion, 1989; Çepni, 2005).

Bir konu hakkında öğrencilerin sahip oldukları kavramları, bu kavramları zihinlerinde var olan diğer kavramlarla ilişkilendirebilme düzeylerini ve sahip oldukları bilgileri oluşturan alt bilgilerini iyi planlanmış ve kurallarına uygun olarak yürütülmüş mülakatlar yardımıyla ortaya çıkarmak mümkündür (Abdullah ve Scaife, 1997; Ayas ve diğ., 2001; Cohen, Manion, Morrison ve Wyse, 2010; Novak, 2011). Tüm bunlardan dolayı mülakatlar birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir (Abdullah ve Scaife, 1997; Coştu, 2002; Martinez, 2001).

3. 3. 1. 2. 1. Araştırmada Kullanılan Mülakat

Bu araştırmada, kavram testinden elde edilen verilerin doğruluğunu desteklemek, teste verilen cevapları daha ayrıntılı bir şekilde irdelemek ve değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak için mülakatlar yapılmıştır. Bu yöntemde öğrenciyle karşılıklı görüşme halinde olduğu için oldukça güvenilir veriler elde edilebilmektedir. Ayrıca bu metot, öğrencilerin ne düşündüğünü araştırma imkânı da sağlamaktadır (Çepni, 2005). Araştırmada hem kavramlara yönelik mülakat hem de materyale yönelik mülakat metodu kullanılmıştır. kavramlara yönelik mülakatta araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına olaylar ve durumlarla ilgili bir takım resimler ve diyagramlar gösterilerek bunlarla ilgili sorular sorulmuştur. Mülakat sırasında belirlenen ana sorular dışında, verilen cevaplardan yola çıkılarak öğretmen adaylarına alt (follow-up) sorular da yöneltilmiştir. Testte sorulamayan bazı kavramlarla ilgili (safhalar gibi) sorulara da kavramlara yönelik mülakatta yer verilmiştir. Araştırmada kullanılan kavramlara yönelik mülakat soruları Ekler kısmında yer verilmiştir. Bu mülakatlara 6'sı kız, 6'sı erkek olmak üzere toplam 12 öğretmen adayı katılmıştır.

Adayların bilgisayara dayalı yaklaşımla yürütülen dersler ve dersler süresince yapılan etkinlikler hakkındaki düşüncelerini ve bu yaklaşımla yürütülen derslerin biyolojiye karşı başarılarında bir değişiklik meydana getirip getirmediğini belirlemek amacıyla yapılan materyale yönelik mülakatlar da yine aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatlar aşağı yukarı 10 dakikada tamamlanmıştır. Materyale yönelik mülakatlarda öğretmen adaylarına toplam 8 soru yöneltilmiştir. Materyale yönelik mülakat soruları Ek 3'te verilmiştir. Öğretmen adaylarının bilgisayara dayalı materyallere yönelik düşüncelerini belirlemek için yürütülen materyale yönelik mülakatlara 14 öğretmen adayı (7 kız, 7 erkek) katılmıştır. Bu öğretmen adaylarından 12'si kavramlara yönelik mülakatların yapıldığı öğretmen adayları olup, diğer iki öğretmen adayı gönüllü olarak mülakatlara katılmışlardır.

Her iki mülakatta öğretmen adaylarının mülakatlara verdikleri cevaplar, puanlama yoluna gidilmeden öğretmen adaylarının düşünceleri şeklinde olduğu gibi yansıtılmıştır. Mülakatların analizinin ayrıntılı açıklaması verilerin analizi başlığı altında verilmiştir.

3. 3. 2. Çalışmada Kullanılan Bilgisayara Dayalı Öğretim Materyali

Bu bölümde çalışmada kullanılan BDÖ materyalinin içeriği, geliştirildiği bilgisayar programları, sistem gereksinimleri ve materyalin son hali sunulmaktadır.

3. 3. 2. 1. Konunun ve İçeriğin Belirlenmesi

Hücre bölünmelerindeki moleküler boyuttaki maddeler ve bunlar arasındaki etkileşimleri içeren mayoz bölünme öğretiminde, gözlemlenmesi çok zor olan kavramların veya olayların animasyon ve simülasyonlarla somutlaştırılmasına ve modellenerek gözlemlenebilmesine imkan verdiği için bilgisayara dayalı bir öğretim materyali kullanılmasının uygun olacağına karar verilmiştir (Ayas ve diğ., 1997; Özdener ve Erdoğan, 2001b; Richards, Barowy ve Levin, 1992; Uşun, 2000). Mayoz bölünme konusunun öğretiminde kullanılan bilgisayara dayalı öğretim materyali hazırlanırken öncelikle konunun içeriği belirlenmiştir. İçerik belirlenirken, Ortaöğretim Lise 1 Biyoloji programı (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2012) ve konuyla ilişkili diğer yazılı kaynaklardan (Aktümsek ve Konuk, 2013; Keeton ve Gould, 2004; Reece ve Campbell, 2008) faydalanılmıştır. Buna göre hazırlanan BDÖ materyalinin içeriği şu başlıkları içermektedir:

1. Kromozom
2. Gen
3. Profaz I
4. Metafaz I
5. Anafaz I
6. Telofaz I
7. Mayoz II
8. Profaz II
9. Metafaz II
10. Anafaz II
11. Telofaz II

3. 3. 2. 2. Uygun Yazılımın Seçilmesi

Araştırma konusu da dahil olmak üzere biyolojideki birçok konu, moleküler boyuttaki maddeleri ve bunlar arasındaki etkileşimleri içermektedir. Çoğu öğrencinin moleküler

düzeydeki etkileşimleri anlamakta güçlük çektikleri ve makroskobik olaylar ile moleküler düzeydeki etkileşimler arasında doğru ilişkileri kuramadıkları bilinmektedir. (Hançer ve Yalçın, 2009; Schoon ve Boone, 1998; Taşçı ve Soran, 2008; Yakışan ve diğ., 2009). Bu etkileşimlerin öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılabilmesine katkı sağladıkları ifade edilmiştir (Gabel, 1993; Noh ve Scharmann, 1997). Bunun yanı sıra nesnelerin resim veya çizimleri veya olayların sadece hareketsiz gösterimine kolaylık sağlar. Fakat moleküler düzeydeki nesnelerin hareketli olması için hareketsiz resimler yerine hareketli animasyonları kullanmak daha etkilidir (Bunce ve Gabel, 2002; Wu, Krajcik ve Soloway, 2001; Yeziarski ve Birk, 2006). Görsellerin daha dinamik ve etkileyici bir şekilde gösterimi için en uygun programlardan bir tanesi Flash programlarıdır.

İleri seviye iki boyutlu oyun modüllerinden olan Flash oyun yapımındaki olanaklarının yanı sıra, özellikle internet erişimi olan bilgisayarların hemen hemen tümünde iki boyutlu programların kullanıcılara internet tarayıcıları üzerinde 2 boyutlu grafiklere sahip oyunları çalıştırma imkanı tanıyan ücretsiz bir oyun oynatıcısı olan Shockwave Flash (SWF) eklentisine sahiptir. Popüler tarayıcılar olan Chrome, Firefox, Internet Explorer, Safari ve Opera ile çalışabilen Shockwave Flash (SWF) kolayca yüklenerek anında Flash oyunlarını görüntülenebilmesi programın kullanılabilirliğini artıran unsurlardandır. Bundan dolayı Flash programında hazırlanan bir yazılımı görüntüleyebilmek için, yazılımın kullanılacağı bilgisayara programın yüklenmesi gerekmemektedir. Bunun yanı sıra programın içeriğindeki kaydetme seçenekleriyle "exe" uzantılı dosya olarak kaydedilmesi durumunda, yazılımın bilgisayarda çalışabilmesi için herhangi bir programa ihtiyaç duyulmaz. Bu özelliği, Flash programının kullanımındaki en önemli avantajıdır. Çalışmada geliştirilen materyalin uygulaması sırasında, programın yukarıda bahsedilen özelliği araştırmacıya büyük avantaj ve kolaylık sağlamıştır.

3. 3. 2. 3. BDÖ Materyalinin (Yazılımın) Sistem Gereksinimleri

Araştırmada, hazırlanan BDÖ materyalinin Windows XP, 7, 8 ve 10 sürümleri üzerinde sorunsuz bir şekilde çalıştığı belirlenmiştir. Bunun yanında, hazırlanan materyalden verim alınabilmesi için sistemde bulunması gerekenler şunlardır:

1. Materyalin (yazılımın) yükleme ve oynama hızında herhangi bir sorun yaşanmaması için bilgisayarın 512 MB ve daha üzeri RAM'e sahip olması uygun olacaktır.
2. Ekran kartı ve sabit disk alanı yönüyle herhangi bir sınırlama veya belli bir seviyeye ihtiyaç yoktur. Bunun için güncel bilgisayarla rahat bir şekilde materyal çalıştırılabilmektedir.

3. Materyal 1024x768 ve 1360x1024 çözünürlüklerde gayet iyi görünmektedir. Bunun dışındaki çözünürlüklerde görüntü değişebilmektedir.
4. Bilgisayarda Flash oynatıcısının (Flash Player), Fifefox, İnternet Explorer, Yandex gibi programlarda yazılım rahat çalışmaktadır. Bunun yanı sıra materyal 'exe' uzantılı olarak kaydedildiği halde bu uzantıyı kurmadan da yukarıdaki tarayıcılarla da kullanılabilir. Bu da materyalin kolay kullanılabilir ve erişebilir özelliğini ortaya çıkarmaktadır.

3. 3. 2. 4. BDÖ Materyali

Daha önce de ifade edildiği gibi, mayoz bölünme konusunun öğretiminde kullanılan BDÖ materyali geliştirilmeden önce, Lise 2 Biyoloji programı (MEB, 2012), ve konuyla ilişkili diğer yazılı kaynaklardan (Aktümsek ve Konuk, 2013; Keeton ve Gould, 2004; Reece ve Campbell, 2008) faydalanılarak konunun içeriği saptanmıştır. İçeriğin belirlenmesinin ardından, BDÖ materyalinin her bir safhasında yer alacak içerik ve animasyonlar belirlenmiştir. Öncelikle kağıt üzerinde yapılan sayfa tasarımları, daha sonra bir bilgisayar uzmanının da yardımıyla Flash programında oluşturulmuş ve BDÖ materyalinin ilk geliştirilme süreci tamamlanmıştır. Böylece materyale, eksikliklerinin ve üzerinde yapılması gereken düzenlemelerin belirleneceği pilot uygulama öncesindeki ilk hali verilmiştir.

Materyalin geliştirilmesi sırasında Biyoloji programında yer alan konu başlıkları ve işleniş sırasına (içeriğe) dikkat edilmesinin yanı sıra, materyalde yer alan sayfaların tasarımında da bazı hususlara dikkat edilmiştir. Tasarım esnasında dikkat edilen ilk husus materyalin kullanım kolaylığıdır. Materyalde yer alan sayfalar ve sayfalarda yer alan menüler onların kolaylıkla anlayabileceği ve kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Sayfalarda yer alan her bir butonun işlevi üzerine yazılarak öğrenciye kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Öğrenci istediği zaman bir önceki sayfaya, ana menüye (giriş sayfasına) ve konu listesine ulaşabilmekte, sayfada bulunan bir animasyonu, yakınındaki butonlarla kontrol edebilmektedir.

Tasarım esnasında dikkat edilen diğer bir husus da, materyal ile öğrenci arasında etkileşimin sağlanmaya çalışılmasıdır. Geliştirilen materyalde öğrenciler, sayfalarda yer alan sorulara yanıt vermek, bir sonraki adıma geçmek veya verilen bir yönergeyi yapabilmek için dikkatini derse ve materyale odaklamak durumunda kalmaktadır. Bilgisayara dayalı oyunun ilerleyişi ve sayfa geçişleri, öğrencilerin onları yönlendirmesine, böylece onlar üzerinde odaklanmalarına ve onlarla uğraşmalarına imkan verecek şekilde etkileşimli olarak hazırlanmıştır. BDÖ materyali genel anlamda oyunu içerdiği için öğrencilerin istedikleri yerde oyunu durdurulabilmelerine, bazı detayları daha yakından ve

ayrıntılı görebilmelerine imkan verecek şekilde düzenlenmiştir. Bu şekilde öğrencilerin sürekli aktif olması ve kendi öğrenmesinden sorumlu olması sağlanmaya çalışılmıştır (Atıcı ve Gürol, 2000; Odabaşı, 1998; Uşun, 2000).

Çalışmada kullanılan BDÖ materyalinin en önemli amacı, öğretmen adaylarının gözlemleyemedikleri moleküler düzeydeki etkileşimleri içeren mayoz bölünme konusundaki anlamalarını geliştirmek ve özellikle gözlemleyemedikleri bu etkileşimlerle ilgili yanlışlarını bilimsel anlamalarla değiştirmek olduğundan, materyaldeki animasyonlar büyük önem taşımaktadır. Bu animasyonlar sayesinde öğrenciler, soyut kavramları zihinlerinde daha kolay canlandırabildikleri ve konuları daha iyi anladıkları bilinmektedir. Makroskobik ve mikroskobik düzeyler arasında doğru ilişkileri öğretmen adaylarının bu şekilde yapılandırmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, çalışmanın amacı kavramsal değişimin sağlanması olduğundan, materyalde öğretmen adaylarının bazı yanlış fikirlerinden bahsedilmiş ve bunların neden yanlış oldukları açıklanmıştır.

3. 4. Verilerin Analizi

Bu bölümde öğretmen adaylarının araştırılan kavramlarla ilgili anlama seviyelerini tespit etmek ve çalışma kapsamında uygulanan öğretimin etkililiğini değerlendirmek amacıyla kullanılan çoktan seçmeli testten ve mülakatlardan elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğini içeren bilgiler verilmiştir.

3. 4. 1. Mayoz Bölünme Kavrama (MBK) Testi Verilerinin Analizi

Ön test, son test ve gecikmiş test olarak uygulanan *Mayoz Bölünme Kavrama Testi*'nden elde edilen veriler analiz edilirken istatistiksel testler ve hesaplamalar kullanılmıştır. Öncelikle öğretmen adaylarının her bir test maddesinden aldıkları puanlar hesaplanmıştır. Her bir test maddesinde öğrenci; doğru cevap seçeneği için 4 puan almakta, ancak kavram yanlışlarını içeren diğer seçenekler için puan alamamaktadır (0 puan).

Çalışmanın amacı sadece toplam başarıyı değerlendirmek olmayıp, öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında kavram yanlışlarına sahip olma oranlarındaki değişimi de belirlemektir. *Mayoz Bölünme Kavrama Testi*'ndeki maddelerde doğru cevap seçeneğinin yanı sıra, literatürden belirlenen kavram yanlışlarını içeren seçenekler de yer almaktadır. Çeldiricilerden herhangi birini işaretleyen öğrencinin, o çeldiricide ifade edilen kavram yanlışına sahip olduğu (Demircioğlu, 2003; Karataş ve diğ., 2003; Köse, 2004; Özsevgeç, 2007; Treagust, 1988) sayılısından yola çıkarak, testten elde edilen verilerin öğretmen adaylarının araştırılan kavramlarla ilgili yanlışlarına işaret ettiğini söylemek

mümkündür. Bu nedenle, teste verilen cevaplar analiz edilirken, her bir test maddesindeki tüm cevap seçeneklerinin öğrenciler tarafından doğru cevap olarak işaretlenme yüzdeleri de hesaplanmıştır. Testin her bir uygulaması için (ön, son ve gecikmiş testler) bu analiz işlemi yapılarak, öğretmen adaylarının her birinin kavramlarla ilgili yanılgıları belirlenmiş ve bu yanılgılar tablo oluşturulmak suretiyle okuyucuya sunulmuştur. Ön test, son test ve gecikmiş test için hazırlanan bu tablolar, her bir öğrencinin uygulama öncesi ve sonrasında sahip olduğu yanılgıların ve örneklemdaki öğretmen adaylarının bu yanılgılara sahip olma yüzdelerinin okuyuculara daha anlaşılır olarak sunulması bakımından önem taşımaktadır. Ayrıca, uygulama sonrasında öğretmen adaylarının araştırılan konuyla ilgili anlamalarında meydana gelen kavramsal değişimi daha açık ortaya koyabilmek için, ön ve son testteki kavram yanılgıları ve bunların öğrenciler tarafından sahip olma yüzdeleri tek bir tabloda gösterilmiştir.

Kavramların kalıcılığının değerlendirilmesi için, kavram yanılgılarının son testte ve gecikmiş testte öğrenciler tarafından sahip olunma yüzdeleri okuyucuya daha anlaşılır olmasını sağlamak amacıyla tek bir tabloda sunulmuştur. Düzenlenen bu tabloda, öğrencilerdeki her bir kavram yanılgısının uygulama sonrasında ve yaklaşık 4 ay sonrasında sahip olunma yüzdeleri verilmiştir. Bu şekilde, gecikmiş testte belirlenen kavram yanılgıları ve sahip olunma yüzdeleri ile son testte belirlenenler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Yukarıda açıklanan hesaplamaların yanı sıra ön, son ve gecikmiş testten elde edilen veriler istatistiksel olarak da analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının zihinlerinde kavramların değişiminin gerçekleştirme düzeylerinin ayrıntılı incelenmesinin yanı sıra, yapılan öğretimin bir bütün olarak değerlendirmesini yapabilmek için tüm öğretmen adaylarının testten aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Testin puanlandırılmasında bahsedildiği üzere, tüm test maddelerine doğru cevap verilmesi durumunda testten alınabilecek en yüksek puan 100 (25x4)'dir. Öğretmen adaylarının ön testten, son testten ve gecikmiş testten aldıkları dönüştürülmüş puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemek için SPSS/WINDOWS istatistik programı yardımıyla tek yönlü varyans analizleri (One-Way ANOVA) yapılmıştır. Ayrıca testin farklı uygulamalarından hangileri arasında istatistiksel farkın olduğunu belirlemek için, elde edilen veriler üzerine Post Hoc (Tukey HSD) testi de uygulanmıştır. Testin farklı uygulamaları sonrasında elde edilen verilerin yukarıda ifade edilen yöntemlerle analizinden elde edilen bulgular, araştırmanın "Bulgular" bölümünde ayrıntılı olarak verilmektedir.

3. 4. 2. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmalarda kullanılan mülakatlar farklı şekillerde analiz edilmektedir. Bazı araştırmacılar mülakatların yazılı kopyalarını kullanırken bazıları ise teybe kaydederek analiz yaparlar (Ayas ve diğ., 2001). Mülakat sürecinde elde edilen bilgilerin hepsi mülakatı yapan kişi tarafından alınmayabilir. Bu yöntem bazı araştırmacılar tarafından doğru bulunmamaktadır (White ve Gunstone, 1992). Bu tarz bir yöntem yerine mülakatlardan elde edilen bilgilerin bir sistem içerisinde düzenlenmesiyle oluşturulan ve düzgün ifadeler içeren bir yöntemin seçilmesinin daha uygun olacağı ifade edilmiştir (Cohen ve Manion, 1989). Mülakat sırasında tutulan kayıtlar veya alınan bilgiler sonradan araştırmacının fikir ve yorumu doğrultusuna; ifadelerdeki duraksama, yanlış anlamalar heyecan gibi anlık duygular dikkate alınarak son şekli verilir. Bu şekildeki düzenlemelerle mülakat, fazlalık sayılabilecek bilgilerden arındırılarak daha yalın ve anlaşılır hale getirilmiş (Ayas ve diğ., 2001; Cohen ve Manion, 1989; White ve Gunstone, 1992) olmasıyla birlikte verilerin analizini de kolaylaştırmaktadır (White ve Gunstone, 1992).

Mülakatların analizlerinde farklı yöntemler kullanılmasına rağmen bunların içerisinde birkaç tanesi yaygın olarak tercih edilmektedir (Çepni, 2005). Birçok araştırmacı mülakat sonucunda ortaya çıkan verilerin farklı kategorilerde sınıflandırılabileceğini ifade etmektedir. (Abdullah ve Scaife, 1997; Cohen ve Manion, 1989; White ve Gunstone, 1992; Yin, 1994). Yaygın olarak kullanılan başka bir teknik ise elde edilen mülakat bilgilerinin benzerlik ve farklılıklarına göre gruplandırılmasıdır (Çepni, 2005; Merriam, 1988; Yin, 1994). Mülakatların analizinde kullanılan başka bir yöntem ise elde edilen mülakat verilerinin benzerlik ve farklılıklarına göre gruplandırılmasıdır (Çepni, 2005; Merriam, 1988). Bu yöntemde mülakatlar analiz edilirken mülakat yapılan kişilerin konu hakkındaki fikirlerinin olumlu olup olmadıkları noktaların tespit edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar, bu işlemleri kategorilere ayırarak öğrencilerin konu hakkında sahip oldukları fikirleri, inançları ya da kavram yanılgılarını ortaya çıkartma bakımından yaygın olarak kullanılması gerektiğini savunmaktadırlar. (Abdullah ve Scaife, 1997; Cohen ve Manion, 1989; Merriam, 1988).

Mülakatlardan elde edilen verilerin sunulması da mülakatın yapılması kadar önem arz etmektedir. Burada belirlenen kategorilere örnek olarak verilebilecek ifadeler mülakat kayıtlarından doğrudan alıntı yapılarak verilebilir (Merriam, 1988; Yin, 1994). Bu şekilde bir analiz yapılması ile bireylerin düşüncelerinin net olarak ortaya çıkartılması sağlanmış olacaktır. Veriler düzenlenirken araştırma konusu ile doğrudan ilgili olanların ayrılması ve verilerin ne anlama geldiğini kendi yorumlarıyla ifade etmesi gerekmektedir (Çepni, 2005; Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Yukarıda ifade edilen bilgiler doğrultusunda mülakatlar analiz edilmiştir. Değerlendirme yapılırken öğretmenlerin ve alan eğitimcilerin verdikleri cevapların benzerlik ve farklılıklarına dikkat edilmiştir (Cohen ve Manion, 1989; Merriam, 1988; Yin, 1994). Öğretmenler ve alan eğitimcileri ile yapılan mülakatlarda kavram yanlışlarının nedenleriyle ilgili yapılan açıklamaları dikkate alınarak analiz edilmektedir. Bu şekilde içerik ve betim analizi ile kavram yanlışlarının olası nedenleriyle elde edilen veriler daha açık ve anlaşılır bir şekilde sunulmuş olur. (Ayas ve diğ., 2001; Cohen ve Manion, 1989; White ve Gunstone, 1992).



4. BULGULAR

Bu çalışmada fen bilgisi eğitimi öğretmen adaylarının 'Hücre Bölünmeleri Ünitesi' konularından mayoz bölünme ile ilgili bilgi eksiklikleri ve yanlış anlamaları araştırılmıştır. Tespit edilen bu yanlışları ve bilgi eksikliklerini gidermeye yönelik bilgisayara dayalı materyal geliştirilmiş, uygulanmış ve elde edilen bulgular çalışmanın amaçları doğrultusunda değerlendirilmiş ve sunulmuştur. Ayrıca Mayoz Bölünme Kavrama Testi ile ilgili pilot çalışmanın bulguları Ek 4'te yer verilmiştir.

4. 1. Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

Birinci alt problem, 'Fen bilgisi öğretmen adaylarının, Hücre Bölünmeleri Ünitesi'nde yer alan; mayoz bölünme konusundaki bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışları nelerdir?' şeklinde ifade edilmiştir. Bu probleme cevap bulmak için uygulanan kavramsal anlama testinden elde edilen kavram yanlışları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Öğretmen Adaylarının Mayoz Bölünme Konusuna İlişkin Kavram Yanlışları

Öğretmen adaylarının Kavram Yanlışları	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	ÖT	ST	GT	ÖT	ST	GT
Bir ana hücre mayoz bölünme geçirdikten sonraki oluşan hücreler kaybolur.	3	1	2	2	1	4
Bir ana hücre mayoz bölünme geçirdikten sonra iki hücreden birisi ölür.	-	-	1	3	2	1
Kromozomların kendilerini tetrad olarak eşlediği safha Anafaz-I safhasıdır.	4	1	2	3	2	3
Metafaz-I evresinde kromozomlar kendilerini tetrad olarak eşler.	-	-	-	3	-	1
Profaz-II evresinde kromozomlar kendilerini tetrad olarak eşler.	18	7	9	14	10	13
Krossing-over olayı telofaz-I safhasında gerçekleşir.	12	3	3	9	5	6
Homolog kromozomlar arasında sinapsis olayı görülmez.	14	4	5	15	13	18
Hücre bölünmesi esnasında kromozomlar kısalıp kalınlaşmaz.	5	-	1	6	4	3
Canlının gelişmişlik düzeyi ile kromozom sayısı arasında doğru orantı vardır.	9	2	1	7	5	5
Profaz-I safhasında homolog kromozomların birisi bir hücreye, diğeri ise öbür hücreye gidecek şekilde birbirinden ayrılır.	6	-	1	5	3	4
Krossing-over olayı profaz-II safhasında gerçekleşir.	2	-	-	-	-	3

Tablo 8'in devamı

Öğretmen adaylarının Kavram Yanılgıları	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	ÖT	ST	GT	ÖT	ST	GT
Profaz-II evresinde eşlenmiş kromozomlar sıra halinde, ekvator bölgesinde dizilirler.	12	4	6	15	8	9
Homolog kromozomların ayrılması gerçekleştikten sonra anafaz evresi başlar.	15	3	4	10	6	8
Sentrozomlar kendini eşleyerek zıt kutuplara çekilmesinden hemen sonra anafaz evresi başlar.	7	-	2	5	8	10
Bölünme sonucunda iki yeni hücrenin oluşması mayoz bölünmenin evrimsel açısından önemini ortaya koymaktadır.	6	1	-	6	3	4
Kromozomların eşlenmesinin sağlanması mayoz bölünmenin evrimsel açısından önemini ortaya koymaktadır.	7	2	1	5	3	1
Aynı kalıtsal özellikte hücrelerin oluşması mayoz bölünmenin evrimsel açıdan en önemli özelliğidir.	10	3	4	14	9	11
Mayoz bölünme hücrenin çekirdeğinde gerçekleşir ve sentrioller de çekirdekte bulunur.	5	-	-	8	5	3
Sentrioller interfaz evresinde çekirdekte bulunurlar ancak bölünme sırasında çekirdek zarının erimesiyle sitoplazmaya geçerler.	8	3	2	7	5	9
Sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iç ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler.	9	2	3	10	5	4
n kromozumlu bir hücre bölünme geçirdikten sonra n kromozumlu hücreler oluşuyor. Bu hücrede mayoz bölünme gerçekleşmiştir.	6	-	-	-	2	3
Kardeş kromatidlerin ayrılması mayoz bölünmede kalıtsal çeşitliliği sağlamaz.	10	-	1	-	4	5
Mayoz bölünmede kromozomları ayrılmama olayı normal bir olaydır.	11	5	7	13	8	7
Krossing-over olayı mayoz bölünmede görülen anormal bir durumdur.	-	-	-	3	-	1
Mayoz bölünmede homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması genetik çeşitliliği etkilemez.	3	-	-	7	2	4
Mayoz bölünmede homolog kromozomların ekvator düzleminde rastgele dizilmesi olayı genetik çeşitliliği artırmaz.	9	2	4	12	5	7
İnterfazda DNA'nın kendini eşlenmesi ile genetik çeşitlilik artar.	8	-	1	9	3	5
İnsanlarda yaraların iyileşmesi mayoz bölünme ile gerçekleşir.	4	-	-	3	-	-
Omurgalılarda büyüme ve gelişme mayoz bölünme ile gerçekleşir.	2	-	-	3	-	-
Homolog kromozomlar ayrılmazlar.	13	1	3	10	5	7

Ön testte deney grubundaki öğretmen adaylarının 'Bir ana hücre mayoz bölünme geçirdikten sonra dört yeni ana hücre oluşturur', 'Bir ana hücre mayoz bölünme geçirdikten sonra iki hücreden birisi ölür' ve 'Metafaz-I evresinde kromozomlar kendilerini

tetrat olarak eşler' ifadelerinin dışındaki maddelerde kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön test sonuçlarına göre de, 'n kromozomlu bir hücre bölünme geçirdikten sonra n kromozomlu hücreler oluşuyor. Bu hücrede mayoz bölünme gerçekleşmiştir', 'Mayoz bölünmenin birinci safhasında olayların gerçekleşme sırası şu şekildedir; sitokinez-krossing-over-sinapsis' ve 'Kardeş kromatitlerin ayrılması mayoz bölünmede kalıtsal çeşitliliği sağlamaz' ifadelerinin dışındaki maddelerde kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür.

4. 2. İkinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

İkinci alt problem, "Bilgisayara dayalı olarak hazırlanan materyallerle derslerin yürütüldüğü deney grubuyla, geleneksel öğretim yöntemi ile derslerin işlendiği kontrol grubu arasında anlamlı bir fark var mıdır?" şeklinde ifade edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının kavrama testinden aldıkları puanların ortalamaları t-testi analizi ile karşılaştırılarak madde bazında ele alınmıştır. İki grubun sorulara doğru cevap verme düzeyleri arasında farklılık olup-olmadığı araştırılmıştır. Ayrıca, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının, kavramsal anlama testinde yer alan sorulara verdikleri cevapların nitel analizleri yapıp, verilen cevaplar kategorileştirilip tablolastırılarak Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Gruplarının Kavramsal Anlama Testinin Ön Uygulamasından Aldıkları Puanların Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Sd	t	p
Deney	50	35.84	7.8	98	0.687	0.426
Kontrol	50	37.57	7.6			

Tablo 9'da verilen sonuçlara göre uygulamadan önce deney grubunun kavrama testinden aldıkları puanların ortalaması 35.84; kontrol grubunun aldıkları puanların ortalaması ise 37.57'dir. T-testi analizi sonuçlarına göre, bu grupların kavrama testini doğru cevaplama düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Yapılan Kolmogorov-Smirnov testine göre, deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının, kavramsal anlama testinin son uygulamasında aldıkları puanlar da normal dağılıma uyduğundan ($p=0,196>0,05$); grupların puanlarının, parametrik bir test olan t-testine göre karşılaştırılarak elde edilen sonuçlar Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Gruplarının Kavramsal Anlama Testinin Aldıkları Son Uygulamalarından Puanların Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Sd	t	p
Deney	50	63.90	14.4	98	1.007	0.000*
Kontrol	50	48.78	11.6			

*p<0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 10'da görüldüğü gibi, deney grubunun son testten aldıkları puanların ortalaması 63.90; kontrol grubunun ise 48.78'dir. Yapılan t-testi analiz sonuçlarına göre uygulama sonrası kavrama testi sorularını cevaplama düzeyi bakımından deney grubunun lehine anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,05).

Kontrol ve deney grubunun ön ve son test uygulamalarından aldıkları puanlar karşılaştırılmış, çıkan sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön ve Son Test Uygulamalarından Aldıkları Puanların Karşılaştırılması

Grup	Test	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	t-değeri	p
Deney	Ön Test	50	35.84	7.8	8.255	0.000*
	Son Test	50	63.90	14.4		
Kontrol	Ön Test	50	37.57	7.6	6.428	0.000*
	Son Test	50	48.78	11.6		

*p<0,05 düzeyinde anlamlı

Tablo 11'den de görüldüğü gibi; yapılan t-testi analiz sonuçlarına göre, hem deney hem de kontrol grubunun ön ve son test uygulama bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (p<0,05). Deney grubundaki öğretmen adaylarının ön test puan ortalamaları 35.84 iken, son testte bu oran 63.90'dır; öğretmen adaylarının puan ortalamalarında 28,06 puan artmıştır. Kontrol grubunda ise ön test puan ortalamaları 37.57 iken, son test puan ortalamalarının 48.78 olduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının artış ortalaması 11,21 puandır. Özet olarak, her iki grubunda kavramları anlama düzeyleri, öğretimden sonra artmıştır. Ancak bu artış; deney grubunda, kontrol grubuna göre daha fazladır.

Aşağıda deney ve kontrol grubunun ön, son ve gecikmiş testte verdikleri cevapların doğruluk düzeyleri, yüzde ve frekanslar halinde sunularak iki grup arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Mayoz Bölünme Kavrama Testi'nin ilk sorusunun amacı, öğretmen adaylarının bir ana hücrenin mayoz bölünme geçirdikten sonraki durumu hakkındaki anlamalarını araştırmaktadır. Bu soruda öğretmene adaylarına bir ana hücre mayoz bölünme

geçirdikten sonra kaç hücre oluşacağı sorulmuştur. Tablo 12’de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları ön, son ve gecikmiş testlerdeki frekans ve yüzde değerleri ile birlikte verilmiştir.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam		
	A	B	C	D*	E	Boş				
GRUP	Ön Test	Frekans	5	6	10	15	11	3	50	
		%	%10	%12	%20	%30	%22	%6	%100	
	Deney	Son Test	Frekans	1	1	2	44	1	1	50
			%	%2	%2	%4	%88	%2	%2	%100
	G Test	Frekans	3	2	3	40	2	-	50	
		%	%6	%4	%6	%80	%4	-	%100	
	Ön Test	Frekans	6	8	5	16	10	5	50	
		%	%12	%16	%10	%32	%20	%10	%100	
	Kontrol	Son Test	Frekans	5	4	6	21	5	9	50
			%	%10	%8	%12	%42	%10	%18	%100
	G Test	Frekans	6	6	7	19	8	4	50	
		%	%12	%12	%14	%38	%16	%8	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 12’de görüldüğü gibi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %30’u sorunun doğru cevabını işaretlerken, son testte %88’i ve gecikmiş testte ise %80’i doğru cevabı vermişlerdir. ‘Bir ana hücre mayoz bölünme geçirdikten sonra iki hücreden birisi ölür’ yanlışını içeren ‘E’ seçeneğini işaretlemiştir. Dört yeni ana hücre oluşur yanlışını, ön testte %12’si, son testte %2’si, gecikmiş testi ise %4’ü doğru cevabı verirken; kontrol grubunda ise yukarıda ifade edilen yanlışları içeren seçeneklerden ‘A’yı ön testte öğretmen adaylarının %12’si, son testte %10’u ve gecikmiş testte %12’si doğru cevap olarak işaretlemiştir. ‘B’ seçeneğini ise, ön testte %16’sı, son testte %8’i, gecikmiş testte ise %12’si doğru olarak işaretlemiştir. ‘C’ seçeneğindeki yanlış ifadeyi; adayların %10’u ön testte, %14’ü gecikmiş testte doğru cevap olarak işaretlemiştir. Doğru cevap olan ‘D’ seçeneğini; öğretmen adaylarının ön testte %32’si, son testte %42’si ve %38’i gecikmiş testte doğru olarak işaretlemiştir. ‘E’ seçeneğindeki yanlış ifadeyi ise öğretmen adaylarının ön testte %20’si, son testte %10’u ve gecikmiş testte ise %16’sı doğru olarak işaretlemiştir. Öğretmen adaylarının toplam %36’sı ön, son ve gecikmiş testte bu soruyu boş bırakmışlardır.

Testin ikinci sorusunda mayoz bölünmenin safhalarından profaz-I ile ilgili adayların anlamaları ve kavram yanlışları araştırılmaktadır. Bu soruda, kromozomların kendilerini tetrat olarak hangi safhada eşlediği sorulmaktadır. Bu doğru cevabıda '*kromozomların kendilerini tetrat olarak Profaz-I evresinde eşlerler*' ifadesi 'C' seçeneğinde yer almaktadır. Tablo 13'de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR			Öğrenci Cevapları					Toplam			
			A	B	C*	D	E		Boş		
GRUP	Deneysel	Ön	Frekans	8	5	10	12	13	2	50	
		Test	%	%16	%10	%20	%24	%26	%4	%100	
	Deneysel	Son	Frekans	5	3	30	7	5	-	50	
		Test	%	%10	%6	%60	%14	%10	-	%100	
	Deneysel	G	Frekans	6	4	22	9	9	-	50	
		Test	%	%12	%8	%44	%18	%18	-	%100	
	Kontrol	Deneysel	Ön	Frekans	7	9	9	14	10	-	50
			Test	%	%14	%18	%18	%28	%20	-	%100
		Kontrol	Son	Frekans	9	7	15	13	4	2	50
			Test	%	%18	%14	%30	%42	%8	%4	%100
		Kontrol	G	Frekans	11	9	13	14	3	-	50
			Test	%	%22	%18	%26	%28	%6	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 13'de görüldüğü gibi; bu soruya verilen cevaplar arasında 'C' doğru seçeneğini deney grubunun; ön testte %20'si doğru işaretlerken, son testte %60'ı ve gecikmiş testte ise %44'ü doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. Kromozomların kendilerini tetrat olarak eşlediği safha Anafaz-I safhası olduğu yanlışlığını içeren 'B' seçeneği, ön testte adayların %10'u tarafından doğru cevap olarak işaretlenirken, son testte %6'sı ve gecikmiş testte %8'i işaretlemişlerdir. Metafaz-I evresinde kromozomlar kendilerini tetrat olarak eşlediği yanlışlığını içeren 'A' seçeneğini ön testte deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının %16'sı kontrol grubunda ise %14'ü doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. Son testte ise deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının %10'u, kontrol grubunda ise %18'i doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. Gecikmiş testte ise, deney grubundaki öğretmen adaylarının %12'si, kontrol grubunun %22'si doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. '*Kromozomlar kendilerini Profaz-II evresinde tetrat olarak eşler*' şeklindeki yanlışlığı içeren 'D' seçeneğinde deney grubundaki öğretmen adaylarının ön

testte %24'ü, son testte %14'ü ve gecikmiş testte %18'i doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. Bu seçeneği kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testte %28'i, son testte %42'si ve gecikmiş testte %28'si doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. Bu soruyu deney grubundaki adayların ön testte %4'ü ve kontrol grubundakilerin son testte %4'ü boş bırakmıştır.

Testin üçüncü sorusunda mayoz bölünmenin genel özelliklerinden olan türe ait kromozom sayısının sabit kalıp kalmaması ile ilgili öğretmen adaylarının anlamaları ve kavram yanlışları araştırılmaktadır. Ayrıca bu soruyla öğretmen adaylarının telofaz-I evresi ile homolog kromozomlarla ilgili genel kavramlar hakkında ayırt etme güçlükleri de incelenmiştir. Mayoz bölünme ile ilgili olarak türe ait kromozom sayısının değişmezliğini sağlar ifadesini içeren 'B' seçeneği bu sorunun doğru cevabıdır. Tablo 14'te deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımlarına yer verilmiştir.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam	
	A	B*	C	D	E	Boş			
GRUP	Deney	Ön Test	4	23	20	2	1	-	50
		Frekans	%8	%46	%40	%4	%2	-	%100
	Deney	Son Test	1	40	5	3	1	-	50
		Frekans	%2	%80	%10	%6	%2	-	%100
	Deney	G	3	35	10	1	1	-	50
		Frekans	%6	%70	%20	%2	%2	-	%100
GRUP	Kontrol	Ön Test	8	16	17	5	4	-	50
		Frekans	%16	%32	%34	%10	%8	-	%100
	Kontrol	Son Test	6	14	15	4	11	-	50
		Frekans	%18	%28	%30	%8	%22	-	%100
	Kontrol	G	10	15	16	5	4	-	50
		Frekans	%20	%30	%32	%10	%8	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 14'e göre, deney ve kontrol grubunun üçüncü soruya ön testte verdikleri cevaplar karşılaştırıldığında, her iki grubun da soruyu cevaplama oranlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Sorunun doğru cevabı olan 'B' seçeneğini deney grubundaki öğretmen adaylarının ön testte %46'sı kontrol grubunun ise %32'si cevaplamıştır. 'Sonuçta iki yeni hücre oluşur' şeklindeki yanlış ifadeye içeren 'A' seçeneğini doğru cevap olarak işaretleyen deney ve kontrol grubunun ön test cevap yüzdeleri sırasıyla %8 ve %16, son test cevap yüzdeleri sırasıyla %2 ve %18, gecikmiş test cevap yüzdeleri ise sırasıyla %6 ve %20'dir. 'C' seçeneğindeki yanlış ifadeyi işaretleyen deney ve kontrol

grubunun ön testte %40 ve %34, son testte %10 ve %30, gecikmiş testte %20 ve %32'dir. Crossing-over olayı telofaz-I safhasında gerçekleştiği yanlışını içeren 'D' seçeneğini işaretleyen deney ve kontrol grubu adaylarının ön testte %4 ve %10, son test %6 ve %8, gecikmiş test %2 ve %10'dur. Homolog kromozomlar arasında sinapsis olayı görülmediği yanlışını içeren 'E' seçeneğini işaretleyen deney ve kontrol grubu adaylarının ön testte %2 ve %8, son testte %2 ve %22, gecikmiş testte %2 ve %8'dir. Bu soruyu grublardan hiçbir aday boş bırakmamıştır.

Testin dördüncü sorusunda mayoz bölünmede kromozomların durumları ile ilgili adayların anlamaları ve kavram yanlışları araştırılmaktadır. Bu soruda hücre bölünmesi sırasında kromozomlar kısalıp kalınlaşır ve her canlı türünün hücrelerindeki kromozom sayısı belli ve sabittir şeklindeki ifadeleri içeren 'A' seçeneği doğru cevaptır. Tablo 15'de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre yüzde ve frekans dağılımları verilmiştir.

Tablo 15. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR			Öğrenci Cevapları						Toplam	
			A*	B	C	D	E	Boş		
GRUP	Deney	Ön Test	Frekans	22	8	9	6	4	1	50
			%	%44	%16	%18	%12	%8	%2	%100
		Son Test	Frekans	31	9	2	2	3	3	50
			%	%62	%18	%4	%4	%6	%6	%100
		G Test	Frekans	28	12	4	3	3	-	50
			%	%56	%24	%8	%6	%6	-	%100
	Kontrol	Ön Test	Frekans	14	14	10	8	3	1	50
			%	%28	%28	%20	%16	%6	%2	%100
		Son Test	Frekans	20	10	6	6	4	4	50
			%	%40	%20	%12	%12	%8	%8	%100
		G Test	Frekans	18	12	7	11	2	-	50
			%	%36	%24	%14	%22	%4	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 15 incelendiğinde, sorunun doğru cevabı olan 'A' seçeneğini ön testte deney grubundaki öğretmen adaylarının %44'ü, kontrol grubundakilerin ise %28'i işaretlemişlerdir. 'B' seçeneğindeki yanlışlı ifadeyi işaretleyen deney ve kontrol grubu adaylarının ön testte %16 ve %28, son testte %18 ve %20, gecikmiş testte %24'tür. 'C' seçeneğindeki yanlışlı ifadeyi işaretleyen deney ve kontrol grubunun ön test cevap yüzdeleri sırasıyla %18 ve %20, son test cevap yüzdeleri sırasıyla %4 ve %12, gecikmiş

testte %8 ve %14'tür. 'D' seçeneğindeki yanlışlı ifadeyi işaretleyen deney ve kontrol grubunun ön testte %12 ve %16, son testte %4 ve %12, gecikmiş testte %6 ve %22'dir. 'E' seçeneğindeki yanlışlı ifadeyi işaretleyen deney ve kontrol grubunun ön testte %8 ve %6, son testte %6 ve %8, gecikmiş testte %6 ve %4'tür. Deney ve kontrol grubundaki gecikmiş testte hiçbir aday soruyu boş bırakmamıştır.

Testin beşinci sorusunda mayoz bölünmede gerçekleşen olayların oluş sırası ile ilgili öğretmen adaylarının anlamaları ve kavram yanlışları ortaya çıkartmaktadır. Bu soruda, sentrozomların kendilerini eşlemeleri, tetrat yapılarının oluşumu, homolog kromozomların ayrılması ve kardeş kromatitlerin ayrılması şeklindeki sıralamanın verildiği 'C' seçeneği doğrudur. Tablo 16'da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 16. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam	
	A	B	C*	D	E	Boş			
GRUP	Ön Test	Frekans	6	10	20	8	5	1	50
		%	%12	%20	%40	%16	%10	%2	%100
	Deney	Frekans	4	5	35	1	2	3	50
		%	%8	%10	%70	%2	%4	%6	%100
	G	Frekans	5	8	29	5	2	-	50
		%	%10	%16	%58	%10	%4	-	%100
Kontrol	Ön Test	Frekans	8	13	16	10	1	2	50
		%	%16	%26	%32	%20	%2	%4	%100
	Son Test	Frekans	5	8	23	6	3	5	50
		%	%10	%16	%46	%12	%8	%10	%100
	G	Frekans	7	10	20	8	2	3	50
		%	%14	%20	%40	%16	%4	%6	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 16 incelendiğinde, homolog kromozomların tetrat olayından hemen sonra ayrılması yanlışlığını taşıyan 'A' seçeneğini ön testte deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının sırasıyla %12 ve %16'sı, son testte %8 ve %10'u, gecikmiş testte ise %10 ve %14 oranıyla işaretlemişlerdir. Kardeş kromatitlerin ayrılması yanlışlığını taşıyan 'B' seçeneğini deney ve kontrol grubundaki adayların ön testte %20 ve %26'sı, son testte %10 ve %16'sı, gecikmiş testte ise sırasıyla %16 ve %20'si işaretlemiştir. Sorunun doğru cevabı olan 'C' seçeneğini deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testte sırasıyla %40 ve %32'si, son testte sırasıyla %70 ve %46'sı,

gecikmiş testte ise sırasıyla %58 ve %40'ı işaretlemiştir. Tetrat oluşumunun homolog kromozomlarda sonra olduğu yanlışlığını içeren 'D' seçeneğini deney ve kontrol grubundaki adayların ön testte sırasıyla %16 ve %20'si, son testte %2 ve %3'ü, gecikmiş testte ise %10 ve %16'sı işaretlemiştir. Sentrozomların eşlenmesini homolog kromozomlardan sonra olduğu yanlışlığını içeren 'E' seçeneğini deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testte %2 ve %6'sı, son testte %6 ve %3'ü, gecikmiş testte ise sadece kontrol grubunun %6'sı işaretlemiştir. Bu soruyu tüm grupların %28'i boş bırakmıştır.

Testin altıncı sorusunda mayoz bölünmenin safhalarından olan profaz-II evresi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlıklarını ortaya çıkartmak amaçlanmaktadır. Profaz-II safhasında, kromatidler kısalıp kalınlaşarak kromatit halini alarak her bir kromozom iki kromatitli hale gelir olarak doğru cevap D seçeneğidir. Tablo 16'da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımlarını ön, son ve gecikmiş testlerde frekans ve yüzde değerleri ile birlikte aşağıda verilmiştir.

Tablo 17. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları							Toplam
		A	B	C	D*	E	Boş		
GRUP	Deney	Ön Test	Frekans 9	6	12	16	6	1	50
		%	%18	%12	%24	%32	%12	%2	%100
	G	Son Test	Frekans 6	9	1	30	-	4	50
		%	%12	%18	%2	%60	-	%8	%100
	Kontrol	Ön Test	Frekans 10	7	15	15	2	1	50
		%	%20	%14	%30	%30	%4	%2	%100
G	Son Test	Frekans 7	12	5	22	3	3	50	
	%	%14	%24	%10	%44	%6	%6	%100	
Kontrol	Ön Test	Frekans 8	9	10	19	3	1	50	
	%	%16	%18	%20	%38	%6	%2	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 17 incelendiğinde, kromozomlar biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılma olayı profaz-II evresinde görülür şeklindeki yanlışlığı taşıyan 'A' seçeneğini deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testte %18 ve %20'si, son testte %12 ve %14'ü, gecikmiş testte ise %14 ve %16 oranıyla işaretlemiştirler. 'B' seçeneğinde

yer alan crossing-over olayının profaz-II safhasında gerçekleştiği yanlışlığını içeren ifadeyi deney ve kontrol grubu adaylarının ön testte %12 ve %14'ü, son testte %18 ve %24'ü, gecikmiş testte ise %16 ve %18'i cevaplamıştır. 'C' seçeneğini işaretleyen deney ve kontrol grubundaki adayların ön testte %24 ve %30'u, son testte %2 ve %10'u, gecikmiş testte ise %14 ve %20 oranıyla işaretlemişlerdir. Sorunun doğru cevabı olan 'D' seçeneğini deney ve kontrol grubundaki adayların ön testte %32 ve %30'u, son testte %60 ve %44'ü, gecikmiş testte ise %46 ve %38'i işaretlemiştir. Eşlenmiş kromozomların ekvator bölgesinde dizilmesi profaz-II evresinde gerçekleştiği yanlışlığını içeren 'E' seçeneğini deney ve kontrol grubundaki adayların ön testte %12 ve %4'ü, son testte hiçbirini işaretlemeyen kontrol grubunun %3'ü, gecikmiş testte ise %4 ve %2'si işaretlemiştir.

Testin yedinci sorusunda mayoz bölünmenin safhalarından olan profaz-I evresi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Şekli olan soruda 'kromatit sayısı 8, tetrad sayısı 2 olan bir hücre mayoz bölünmenin hangi safhasındadır şeklinde sorulan sorunun profaz-I safhasındadır' sorusunun doğru cevabı 'C' seçeneğidir. Tablo 18'de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 18. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları							Toplam
		A	B	C*	D	E	Boş		
GRUP	Deney	Ön	8	5	19	10	5	3	50
		Test	%16	%10	%38	%20	%10	%6	%100
	G	Ön	8	5	31	2	-	4	50
		Test	%16	%10	%62	%4	-	%8	%100
	Kontrol	Ön	9	7	27	6	1	-	50
		Test	%18	%14	%54	%12	%2	-	%100
Kontrol	Ön	9	6	18	11	3	3	50	
	Test	%18	%12	%36	%22	%6	%6	%100	
Kontrol	Ön	5	8	19	14	4	-	50	
	Test	%10	%16	%38	%28	%8	-	%100	
Kontrol	Ön	9	9	15	12	5	-	50	
	Test	%18	%18	%30	%24	%10	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 18 incelendiğinde 'A' seçeneğinde bulunan yanlışlı ifadeyi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %16'sı, kontrol grubunun %18'i işaretlemişlerdir. Aynı

seçenekteki son testlerde ise deney grubu adaylarının %16'sı, kontrol grubundakilerin ise %10'u işaretlemişlerdir. Tetrat oluşumu metafaz-II evresinde gerçekleşir şeklindeki yanlış ifadeyi içeren 'B' seçeneğinde ön testte deney grubu adaylarının %10'u, kontrol grubundakilerin ise %12'si işaretlemiştir. Son testte ise deney grubu adaylarının %10'u, kontrol grubunun ise %16'sı işaretlemiştir. Bu seçenekteki gecikmiş testte ise deney grubu adaylarının %14'ü, kontrol grubunda ise %18'i işaretlemiştir. Sorunun doğru cevabı olan 'C' seçeneğinde yer alan Profaz-I ifadesini adaylar, ön testte deney grubunun %38'i ile kontrol grubunun %36'sı işaretlemiştir. Son testte deney grubunun %62'si ile kontrol grubunun %38'i işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubunun %54'ü ile kontrol grubunun %30'u doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. 'D' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi ön testte deney grubunun %20'si, kontrol grubunun %22'si işaretlemişlerdir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu adaylarının %4'ü, kontrol grubunun ise %28'i işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubu adaylarının %12'si ile kontrol grubunun %24'ü doğru cevap olarak işaretlemiştir. 'E' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi ön testte deney grubunun %10'u, kontrol grubunun %6'sı işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubunun hiçbiri işaretlememiştir. Kontrol grubunda ise %8'i işaretlemiştir. Gecikmiş testte deney grubunun %2'si ile kontrol grubunun %5'i işaretlemiştir. Bu soruyu gecikmiş testte deney grubundaki hiçbir öğrenci boş bırakmamıştır.

Testin sekizinci sorusunda mayoz bölünmenin safhalarından olan anafaz evresi ile ilgili öğretmen adaylarının anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda anafaz evresindeki olayların gerçekleşme durumları sorulmaktadır. Biri kromozomların iki sıra halinde ekvator bölgesinde dizilmesi şeklindeki ifadeyi içeren 'B' seçeneği sorunun doğru cevabıdır. Tablo 19'da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 19. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR			Öğrenci Cevapları					Toplam		
			A	B*	C	D	E		Boş	
GRUP	Deney	Ön Test	Frekans	9	5	9	14	12	-	50
			%	%18	%10	%18	%28	%24	-	%100
	Deney	Son Test	Frekans	6	23	2	7	4	8	50
			%	%32	%46	%4	%14	%8	%16	%100
	Deney	G Test	Frekans	5	20	6	12	7	-	50
			%	%10	%40	%8	%28	%14	-	%100

Tablo 19'un devamı

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları						Toplam		
		A	B*	C	D	E	Boş			
GRUP	Kontrol	Ön	Frekans	14	4	5	18	9	-	50
		Test	%	%28	%8	%10	%36	%18	-	%100
	Son	Frekans	10	10	12	13	4	1	50	
		Test	%	%20	%20	%24	%28	%8	%2	%100
	G	Frekans	9	12	11	9	7	2	50	
		Test	%	%18	%24	%22	%18	%14	%4	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 19'daki son ön test sonuçları incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının 8.soruya verdikleri cevapların doğruluk yüzdelerinin birbirine yakın oldukları görülmektedir. Son test sonuçlarına göre deney ve kontrol grubu bu soruya verdikleri cevaplar karşılaştırıldığında, deney grubundaki adayların doğru cevap verme oranları %46 iken, kontrol grubundakilerin ise %20'dir. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %40'ı, kontrol grubunun ise %24'ü işaretlemiştir. Soruları boş bırakanların yüzdeleri ise ön testte deney ve kontrol grubundaki hiçbir aday boş bırakmazken, son testte ise deney ve kontrol grubu adaylarının %18'i işaretlememiştir. Gecikmiş testte ise deney grubundaki hiçbir aday işaretlememezken kontrol grubunun %4'ü boş bırakmıştır. Genel olarak ön testte deney grubu adaylarının %88'i kavram yanlışlarını işaretlerken kontrol grubunun ise %92'dir. Son testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %54'ü yanlışlı seçenekleri işaretlerken kontrol grubunda ise bu oran %80'dir. Gecikmiş testte ise deney grubu adaylarının %60'ı yanlışlı ifadeleri işaretlerken kontrol grubunda ise %76'sı işaretlemiştir.

Testin dokuzuncu sorusunda mayoz bölünmenin evrimsel açısından önemi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmenin evrensel açısından kalıtsal varyasyonlara yol açıp açmadığı sorulmaktadır. Bu sorunun 'Mayoz bölünmenin kalıtsal varyasyonlara yol açması' şeklindeki cevabı içeren 'E' seçeneğidir. Tablo 20'de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları ön, son ve gecikmiş testlerde frekans ve yüzde değerleri ile birlikte yer verilmiştir.

Tablo 20. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları						Toplam		
		A	B	C	D	E*	Boş			
GRUP	Ön Test	Frekans	12	10	9	8	11	-	50	
		%	%24	%20	%18	%16	%22	-	%100	
	Deneysel	Son Test	Frekans	5	3	2	3	37	-	50
		%	%10	%6	%4	%6	%74	-	%100	
	G	Frekans	6	4	5	5	30	-	50	
		%	%12	%16	%10	%10	%60	-	%100	
	Kontrol	Ön Test	Frekans	9	11	12	10	6	2	50
		%	%18	%22	%24	%20	%12	-	%100	
	Son Test	Frekans	7	13	10	11	8	1	50	
		%	%14	%26	%20	%22	%16	%2	%100	
	G	Frekans	8	9	11	8	10	3	50	
		%	%16	%18	%22	%16	%14	%6	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 20'den görüldüğü gibi; deney grubu öğretmen adaylarının %22'si ön testte, %74'ü son testte ve %60'ı gecikmiş testte soruyu doğru cevaplamıştır. Kontrol grubunun ise %12'si ön testte, %16'sı son testte ve %14'ü gecikmiş testte soruya cevap vermiştir. 'A' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi deney ve kontrol grubunun sırasıyla ön testte %24 ve %10'u işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney ve kontrol grubunun sırasıyla %10 ve %14'ü işaretlemiştir. Kromozom sayısını koruması şeklindeki yanlış ifadeyi içeren 'B' seçeneğinin de ön testte deney ve kontrol grubu sırasıyla %20 ve %22'si doğru cevap olarak işaretlemişlerdir. Son testte ise deney ve kontrol grubu sırasıyla %6 ve %26'sı doğru cevap olarak işaretlemiştir. Bu seçenekteki gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %16'sı, kontrol grubu adaylarının ise %18'i doğru cevap olarak işaretlemiştir. 'C' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi ön testte deney ve kontrol grubu sırasıyla %18 ve %24'ü işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %4'ü, kontrol grubu adaylarının ise %20'si doğru cevap olarak işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %10'u ile kontrol grubu adaylarının %22'si doğru cevap olarak işaretlemiştir. 'D' seçeneğinde bulunan kromozomların eşlenmesini sağlaması şeklindeki yanlış ifadeyi ön testte deney grubu adaylarının %16'sı, kontrol grubu adaylarının %20'si işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney ve kontrol grubu sırasıyla %6 ve %22'si doğru cevap olarak işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney ve kontrol grubu sırasıyla %10 ve %16'sı doğru cevap olarak işaretlemiştir.

Testin onuncu sorusunda mayoz bölünmede sentriollerin önemi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki sentriollerin görevleri sorulmaktadır. Bu sorunun 'mayoz bölünmenin kalıtsal varyasyonlara yol açması' şeklindeki cevabı içeren 'B' seçeneği doğru yanıtıdır. Tablo 21'de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 21. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları						Toplam			
		A	B*	C	D	E	Boş				
GRUP	Ön Test	Frekans	14	9	10	13	4	-	50		
		%	%28	%18	%20	%26	%8	-	%100		
	Deney	Son Test	Frekans	8	30	4	5	3	-	50	
			%	%16	%60	%8	%10	%6	-	%100	
	G	Test	Frekans	10	20	6	7	3	4	50	
			%	%20	%40	%12	%14	%6	%8	%100	
	Kontrol	Ön Test	Frekans	15	8	13	10	1	3	50	
			%	%30	%16	%26	%20	%2	%6	%100	
		Son Test	Frekans	13	12	10	7	8	-	50	
			%	%26	%24	%20	%14	%16	-	%100	
		G	Test	Frekans	12	9	11	10	8	-	50
				%	%24	%18	%22	%20	%16	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 21'den görüldüğü gibi; deney grubu öğretmen adaylarının %18'i ön testte, %50'si son testte ve %40'ı gecikmiş testte soruyu doğru cevaplamıştır. Kontrol grubunun ise %16'sı ön testte, %24'ü son testte ve %18'i gecikmiş testte doğru cevap vermiştir. 'A' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %28'i, kontrol grubunun ise %30'u işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %16'sı, kontrol grubunun ise %26'sı işaretlemiştir. 'B' seçeneğindeki doğru ifadeyi ise ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %18'i, kontrol grubunun ise %16'sı işaretlemiştir. Son testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %60'ı, kontrol grubunun ise %24'ü doğru cevap olarak işaretlemiştir. Bu seçenekteki gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %40'ı, kontrol grubunun ise %18'i doğru cevap olarak işaretlemiştir. 'C' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %20'si, kontrol grubunun %26'sı işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %4'ü,

kontrol grubunun ise %10'u doğru cevap olarak işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %12'si ile kontrol grubunun ise %22'si doğru cevap olarak işaretlemiştir. 'D' seçeneğinde bulunan sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler şeklindeki yanlış ifadeyi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %26'sı, kontrol grubunun ise %20'si işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %10'u, kontrol grubunun ise %14'ü doğru cevap olarak işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %14'ü ile kontrol grubunun ise %20'si doğru cevap olarak işaretlemiştir. 'E' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %8'i, kontrol grubunun ise %2'si işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %6'sı, kontrol grubunun ise %16'sı doğru cevap olarak işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %6'sı ile kontrol grubunun ise %16'sı doğru cevap olarak işaretlemiştir. Bu soruyu deney grubu öğretmen adaylarının %8'i, kontrol grubunun ise %6'sının dışındaki adaylar boş bırakmıştır.

Testin onbirinci sorusunda mayoz bölünme geçiren hücrenin durumu ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki sentriollerin görevleri sorulmaktadır. Bu sorunun 'homolog kromozomların karşılıklı olarak kutuplara çekildiği safhadır' şeklindeki cevabı içeren 'A' seçeneği doğru yanıtıdır. Tablo 22'de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 22. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Birinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam	
	A*	B	C	D	E	Boş			
GRUP	Deney	Ön Frekans	15	10	12	9	3	1	50
		Test %	%30	%20	%24	%18	%6	%2	%100
	Deney	Son Frekans	28	5	6	4	5	2	50
		Test %	%56	%10	%12	%8	%10	%4	%100
	Deney	G Frekans	23	8	7	11	1	-	50
		Test %	%46	%16	%14	%22	%2	-	%100
Kontrol	Kontrol	Ön Frekans	19	12	10	7	2	-	50
		Test %	%38	%24	%20	%14	%4	-	%100
	Kontrol	Son Frekans	11	9	17	3	6	4	50
		Test %	%22	%18	%34	%6	%12	%8	%100
	Kontrol	G Frekans	15	7	18	4	6	-	50
		Test %	%30	%14	%36	%8	%12	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 22'den görüldüğü gibi; deney grubu öğretmen adaylarının %30'u ön testte, %56'sı son testte ve %46'sı gecikmiş testte soruyu doğru cevaplamıştır. Kontrol grubunun ise %38'i ön testte, %22'si son testte ve %30'u gecikmiş testte soruya doğru cevap vermiştir. Yanlış cevap olan 'B' seçeneğini ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %20'si, kontrol grubunun ise %24'ü işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %10'u, kontrol grubunun %18'i işaretlemiştir. 'C' seçeneğini ise ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %24'ü, kontrol grubunun %34'ü işaretlemiştir. Son testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %12'si, kontrol grubunun %34'ü yanlış cevap olarak işaretlemiştir. Bu seçenekteki gecikmiş testte deney grubu öğretmen adaylarının %14'ü, kontrol grubunun %36'sı doğru cevap olarak işaretlemiştir.

'D' seçeneğinde bulunan yanlış ifadeyi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %18'i, kontrol öğretmen adaylarının %14'ü işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %8'i, kontrol grubunun %6'sı doğru cevap olarak işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %22'si ile kontrol grubunun %8'i doğru cevap olarak işaretlemiştir. 'E' seçeneğinde bulunan sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler şeklindeki yanlış ifadeyi ön testte deney grubu öğretmen adaylarının %6'sı, kontrol grubunun %4'ü işaretlemiştir. Aynı seçenekteki son testlerde ise deney grubu öğretmen adaylarının %10'u, kontrol grubunun %12'i doğru cevap olarak işaretlemiştir. Gecikmiş testte ise deney grubu öğretmen adaylarının %2'si ile kontrol grubunun %12'si doğru cevap olarak işaretlemiştir. Bu soruyu deney grubu öğretmen adaylarının %9'u, kontrol grubunun ise %12'si dışındaki öğrenciler boş bırakmıştır.

Testin on ikinci sorusunda eşeyli olarak çoğalan bazı canlılarda, gametler mitoz bölünmelerle hücrenin durumu ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu sorunun 'bitkilerde, haploit (n) kromozumlu hücrelerin bölünmesi sonucunda, dişi ve erkek gametlerin oluşması ve kara yosunlarında, mayoz bölünmeyle oluşan sporlardan gelişen, haploit bitkilerden gametlerin oluşması' şeklindeki cevabı içeren 'E' seçeneği doğru yanıtıdır. Tablo 23'de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 23. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On İkinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları						Toplam		
		A	B	C	D	E*	Boş			
GRUP	Ön Test	Frekans	8	7	10	9	12	4	50	
		%	%16	%14	%20	%18	%24	%8	%100	
	Deney	Son Test	Frekans	4	5	3	8	30	-	50
		%	%8	%10	%6	%16	%60	-	%100	
	G	Frekans	7	9	5	4	25	-	50	
		%	%14	%18	%10	%8	%50	-	%100	
	Kontrol	Ön Test	Frekans	10	9	7	10	14	-	50
		%	%20	%18	%14	%20	%28	-	%100	
	S	Frekans	8	11	5	9	16	1	50	
		%	%16	%22	%10	%18	%32	%2	%100	
	G	Frekans	11	7	9	11	12	-	50	
		%	%22	%14	%18	%22	%24	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 23'de görüldüğü gibi, ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 24'ü soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) *"Bitkilerde, haploit (n) kromozomlu hücrelerin bölünmesi sonucunda, dişi ve erkek gametlerin oluşması"*, ikinci sırayı (% 18) *"Bitkilerde, haploit (n) kromozomlu hücrelerin bölünmesi sonucunda, dişi ve erkek gametlerin oluşması. Balık ve kurbaçalarda, dişi ve erkek üreme hücrelerinin su ortamında döllenerek eşeyli üremenin sağlanması."* seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 60'ı soruya doğru cevap vermişlerdir. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayanların oranı % 50 dir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 18 ile *"Balık ve kurbaçalarda, dişi ve erkek üreme hücrelerinin su ortamında döllenerek eşeyli üremenin sağlanması. Kara yosunlarında, mayoz bölünmeyle oluşan sporelerden gelişen, haploit bitkilerden gametlerin oluşması"* ifadesi almıştır.

Tablo 28'de görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 28'i doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenler arasında ilk sırayı (% 20) *"Balık ve kurbaçalarda, dişi ve erkek üreme hücrelerinin su ortamında döllenerek eşeyli üremenin sağlanması "* seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 32'si soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu soruya yanlış cevap verenlerin içinde ilk sırayı (% 22) *"Balık ve kurbaçalarda, dişi ve erkek üreme hücrelerinin su ortamında döllenerek eşeyli üremenin sağlanması. Kara yosunlarında, mayoz bölünmeyle oluşan sporelerden gelişen, haploit bitkilerden gametlerin oluşması"* seçeneği almıştır. Geciktirilmiş

testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı %24 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevaplananlar arasında ilk sırayı % 22 ile “Balık ve kurbağalarda, dişi ve erkek üreme hücrelerinin su ortamında döllenerek eşeyli üremenin sağlanması” seçeneği almıştır.

Testin on üçüncü sorusunda, genlerin kromozomlar üzerindeki diziliş önemi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki gen dizilişleri sorulmaktadır. Sorunun doğru cevabı ‘crossing over olayına uygun olarak diziliş gösteren’ seçeneğini içeren ‘B’dir. Tablo 24’te deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 24. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları						Toplam			
	A	B*	C	D	E	Boş				
GRUP	Deney	Ön Frekans	12	20	10	8	-	-	50	
		Test %	%24	%40	%20	%16	-	-	%100	
	Deney	Son Frekans	2	43	1	-	3	1	50	
		Test %	%4	%86	%2	-	%6	%2	%100	
	Deney	G Frekans	4	40	3	2	1	-	50	
		Test %	%8	%80	%6	%4	%2	-	%100	
	Kontrol	Kontrol	Ön Frekans	15	16	8	9	2	-	50
			Test %	%30	%32	%16	%18	%4	%6	%100
		Kontrol	Son Frekans	5	24	11	5	5	-	50
			Test %	%10	%48	%22	%10	%10	-	%100
Kontrol		G Frekans	8	18	13	10	1	-	50	
		Test %	%16	%36	%26	%20	%2	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 24’te görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 40’ı soruyu doğru yanıtlamışlardır. “Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 24) “AbDeruy”, ikinci sırayı (% 20) “aBderUY” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 86’sı soruya doğru cevap vermişlerdir. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 80 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 8 ile “AbDeruy” seçeneği almıştır.

Tablo 24’de görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 32’si doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 30) “EvrenAbDeruy” seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 48’i soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu soru maddesine yanlış cevap verenlerin içinde ilk sırayı (% 20) “aBderUY” seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru

cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 36 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 26 ile “AbDeruy” seçeneği almıştır.

Testin on dördüncü sorusunda mayoz bölünmede interfaz evresi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki interfaz safhası sorulmaktadır. Sorunun doğru cevabı ‘interfaz safhasındaki olayların dizilişini’ gösteren ‘B’ seçeneğidir. Tablo 25’te deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre verilmiştir.

Tablo 25. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam		
		A	B*	C	D	E	Boş			
GRUP	Deney	Ön Frekans	10	26	8	-	6	-	50	
		Test %	%20	%52	%16	-	%12	-	%100	
	Deney	Son Frekans	3	45	-	1	1	-	50	
		Test %	%6	%90	-	%2	%2	-	%100	
	Deney	G Frekans	4	43	3	-	-	-	50	
		Test %	%8	%86	%6	-	-	-	%100	
	Kontrol	Ön Frekans	12	28	7	1	2	-	50	
			Test %	%24	%56	%14	%2	%4	-	%100
		Kontrol	Son Frekans	5	30	5	3	3	4	50
			Test %	%10	%60	%10	%6	%6	%8	%100
		Kontrol	G Frekans	-	19	13	9	9	-	50
			Test %	-	%38	%26	%18	%18	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 25’te görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 52’si soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış işaretlenenler içerisinde ilk sırayı (% 20) “Protein sentezi artar. Mitokondride üretilen ATP miktarı artar.”, ikinci sırayı (% 16) “DNA kendini eşler. Protein sentezi artar” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 90’ı soruya doğru cevap vermişlerdir. Geciktirilmiş testte ise doğru cevaplayanların oranı % 86 olarak belirlenmiştir. Yanlış verilen cevaplar içinde ilk sırayı % 8 ile “Protein sentezi artar. Mitokondride üretilen ATP miktarı artar.” seçeneği almıştır.

Bu soruda ön testte kontrol grubunun % 56’sının soruyu doğru yanıtladıkları Tablo 25’den görülmektedir. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 24) “Protein sentezi artar. Mitokondride üretilen ATP miktarı artar.” seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 60’ı soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu soru maddesine yanlış cevap verilenlerin içinde ilk sırayı (% 10) “Protein sentezi artar. Mitokondride üretilen

ATP miktarı artar.” seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 38 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verilenler içinde ilk sırayı % 26 ile *“Mitokondride üretilen ATP miktarı artar.” seçeneği almıştır*” seçeneği almıştır.

Testin on beşinci sorusunda mayoz bölünmede crossing-over olayıyla ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki crossing-over olayının hangi hücrelerde gerçekleşip gerçekleşmeyeceği sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘A’ seçeneğidir. Tablo 26’da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 26. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam	
	A*	B	C	D	E	Boş			
GRUP	Deney	Ön Frekans	29	4	3	10	-	-	50
		Test %	%58	%8	%6	%20	-	-	%100
	Kontrol	Son Frekans	47	-	-	3	-	-	50
		Test %	%94	-	-	%6	-	-	%100
	Deney	G Frekans	45	1	-	4	-	-	50
		Test %	%90	%2	-	%8	-	-	%100
Kontrol	Ön Frekans	30	6	10	1	3	-	50	
	Test %	%60	%12	%20	%2	%6	-	%100	
Deney	Son Frekans	28	4	7	6	5	-	50	
	Test %	%56	%12	%14	%12	%10	-	%100	
Kontrol	G Frekans	25	5	5	8	7	-	50	
	Test %	%50	%10	%10	%16	%14	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 26’da görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 58’i soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) ‘D’, ikinci sırayı (% 8) ‘B’ seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 94’ü soruya doğru cevap vermişlerdir. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 90 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 8 ile ‘D’ seçeneği almıştır.

Bu soruda ön testte kontrol grubunun % 60’ının soruyu doğru yanıtladıkları Tablo 26’dan görülmektedir. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) ‘C’ seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 56’sı soruya doğru cevap vermişlerdir.

Son testte bu sorunun yanlış maddesini işaretleyenler içinde ilk sırayı (% 14) ‘C’ seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 50 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 16 ile ‘D’ seçeneği almıştır. Bu soruyu gruplardaki hiçbir öğrenci boş bırakmamıştır.

Testin on altıncı sorusunda mayoz bölünmedeki profaz-I evresi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki profaz-I evresindeki yaşanan olayları hakkındaki bilgiler sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘E’ seçeneğidir. Tablo 27’de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 27. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam		
	A	B	C	D	E*	Boş				
GRUP	Deneysel	Ön Test	Frekans	9	10	8	5	18	-	50
		Test	%	%18	%20	%16	%10	%36	-	%100
	Deneysel	Son Test	Frekans	4	3	-	5	40	-	50
		Test	%	%8	%6	-	%10	%80	-	%100
	Kontrol	G Test	Frekans	4	3	1	-	42	-	50
		Test	%	%4	%6	%2	-	%84	-	%100
Kontrol	Deneysel	Ön Test	Frekans	11	9	7	8	15	-	50
		Test	%	%22	%18	%14	%16	%30	-	%100
	Kontrol	Son Test	Frekans	8	8	4	10	20	-	50
		Test	%	%16	%16	%8	%20	%40	-	%100
Kontrol	G Test	Frekans	10	3	7	6	24	-	50	
	Test	%	%20	%6	%14	%12	%48	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 27’de görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 36’sı soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) “Krossing over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşir. Bölünme sonrasında oluşan her hücrede bir kromatitli bir kromozom bulunur.”, ikinci sırayı (% 18) “Krossing over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşir” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 80’i soruya doğru cevap vermişlerdir. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 10) “Bölünme sonrasında oluşan her hücrede bir kromatitli bir kromozom bulunur. Kromozomlardaki kromatitlerden birer tanesi interfazda hücre tarafından sentezlenmiştir.”, ikinci sırayı (% 8) “Krossing over kardeş olmayan kromatitler

arasında gerçekleşir” seçenekleri almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 84 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 6 ile “Krossing over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşir.” seçeneği almıştır.

Tablo 27’de görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 30’u doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 22) “Krossing over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşir.” seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 40’ı soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu sorunun yanlış maddesini işaretleyenler içinde ilk sırayı (% 20) “Bölünme sonrasında oluşan her hücrede bir kromatitli bir kromozom bulunur. Kromozomlardaki kromatitlerden birer tanesi interfazda hücre tarafından sentezlenmiştir.”, ikinci sırayı ise (% 16) ‘Krossing over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşir. Bölünme sonrasında oluşan her hücrede bir kromatitli bir kromozom bulunur.’ Seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 48 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 20 ile “Krossing over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşir.” seçeneği almıştır. Bu soruyu gruplardaki hiçbir öğretmen adayı boş bırakmamıştır.

Testin on yedinci sorusunda mayoz bölünmedeki homolog kromozom çiftleri ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki homolog kromozom çifti üzerinde bulunan allel genler hakkındaki bilgiler sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘D’ seçeneğidir. Tablo 28’de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 28. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam		
		A	B	C	D*	E	Boş			
GRUP	Deney	Ön	Frekans	3	5	1	37	2	2	50
		Test	%	%6	%10	%2	%74	%4	%4	%100
	Deney	Son	Frekans	-	-	-	50	-	-	50
		Test	%	-	-	-	%100	-	-	%100
	Deney	G	Frekans	-	-	-	50	-	-	50
		Test	%	-	-	-	%100	-	-	%100
Kontrol	Ön	Frekans	6	2	4	35	3	-	50	
		Test	%	%12	%4	%8	%70	%6	-	%100
	Son	Frekans	3	2	-	42	3	-	50	
		Test	%	%6	%4	-	%84	%6	-	%100
	G	Frekans	1	4	7	32	6	-	50	
		Test	%	%2	%8	%14	%64	%12	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 28’de görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 74’ü soruyu doğru cevap vermişlerdir. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 10) “B”, ikinci sırayı (% 6) “A” seçenekleri almıştır. Son test ve gecikmiş testte öğretmen adaylarının % 100’ü soruya doğru cevap vermişlerdir.

Tablo 28’den görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 70’i doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 12) “A” seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 84’ü soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu sorunun yanlış maddesini işaretleyenler içinde ilk sırayı (% 6) ‘E’ seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 64 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 14 ile “C” seçeneği almıştır. Bu soruyu deney grubu öğretmen adaylarının dışında hiçbir aday boş bırakmamıştır.

Testin on sekizinci sorusunda mayoz bölünmenin evreleri ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki evrelerin şekilleri sorulmaktadır. Doğru cevabı ‘E’ seçeneğidir. Tablo 29’da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 29. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam	
	A	B	C	D	E*	Boş			
GRUP	D deney	Ön Frekans	10	6	9	7	13	5	50
		Test %	%20	%12	%18	%24	%26	%10	%100
	G	Son Frekans	4	3	-	2	41	-	50
		Test %	%8	%6	-	%4	%82	-	%100
	K kontrol	Ön Frekans	12	8	5	9	17	-	50
		Test %	%24	%16	%10	%18	%34	-	%100
G	Son Frekans	7	5	13	5	20	-	50	
	Test %	%14	%10	%26	%10	%40	-	%100	
G	Ön Frekans	8	7	5	16	14	-	50	
	Test %	%16	%14	%10	%32	%28	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 29’da görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 26’sı soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20

“A”, ikinci sırayı (% 18) “C” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 82’si soruya doğru cevap vermişlerdir. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 8) “A”, ikinci sırayı (% 6) “B” seçenekleri almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 64 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 14 ile “A” seçeneği almıştır.

Tablo 29’dan görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 34’ü doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 24) “A” seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 40’ı soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu soru maddesine yanlış cevap verenlerin içinde ilk sırayı (% 26) “C”, ikinci sırayı ise (% 14) ‘A’ seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 28 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı % 32 ile “D” seçeneği yer almıştır.

Testin on dokuzuncu sorusunda mayoz bölünmenin birinci evresi ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki birinci evrenin oluşum sırası sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘C’ seçeneğidir. Tablo 30’da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 30. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin On Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR			Öğrenci Cevapları						Toplam		
			A	B	C*	D	E	Boş			
GRUP	Deney	Ön Test	Frekans	11	7	24	-	8	-	50	
		Test	%	%22	%14	%48	-	%16	-	%100	
	Deney	Son Test	Frekans	3	-	47	-	-	-	50	
		Test	%	%6	-	%94	-	-	-	%100	
	Deney	G Test	Frekans	6	-	43	-	1	-	50	
		Test	%	%12	-	%86	-	%2	-	%100	
	Kontrol	Deney	Ön Test	Frekans	14	6	19	7	4	-	50
			Test	%	%28	%12	%38	%14	%8	-	%100
		Kontrol	Son Test	Frekans	5	8	33	4	-	-	50
			Test	%	%10	%16	%66	%8	-	-	%100
Kontrol		G Test	Frekans	9	10	27	1	3	-	50	
		Test	%	%18	%20	%54	%2	%6	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 30’da görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 48’i soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış maddeleri işaretleyenlerin içerisinde ilk sırayı

(% 22) “*Krossing-over- Sinapsis- Sitokinez*”, ikinci sırayı (% 16) “*Sinapsis-Krossing-over- Sitokinez*” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 94’ü soruya doğru cevap vermişlerdir. Burada öğretmen adaylarının sadece %6’sı yanlış ifade olan “*Krossing-over-Sinapsis-Sitokinez*” seçeneğini işaretlemişlerdir. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 86 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verilenler içinde ilk sırayı % 12 ile “*Krossing-over-Sinapsis-Sitokinez*” seçeneği almıştır.

Tablo 30’dan görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 38’i doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 28) “*Krossing-over-Sinapsis-Sitokinez*” seçeneği almıştır. İkinci sırayı ise (% 14) ile ‘*Sinapsis-Sitokinez-Krossing-over*’ seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 66’sı soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte yanlış işaretlenen seçenekler içinde ilk sırayı (% 16) “*Krossing-over-Sitokinez-Sinapsis*”, ikinci sırayı ise (% 10) ‘*Krossing-over-Sinapsis-Sitokinez*’ seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 54 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı (% 20) “*Krossing-over-Sitokinez-Sinapsis*”, ikinci sırayı ise (% 18) ‘*Krossing-over-Sinapsis-Sitokinez*’ seçenekleri almıştır.

Testin yirminci sorusunda mayoz bölünmedeki kalıtsal çeşitlilik ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlıklarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayoz bölünmedeki kalıtsal çeşitliliği sağlayan anormal olay sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘B’ seçeneğidir. Tablo 31’de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 31. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları							Toplam		
	A	B*	C	D	E	Boş				
GRUP	D deney	Ön Frekans	4	30	4	-	10	2	50	
		Test %	%8	%60	%8	-	%20	%2	%100	
	D deney	Son Frekans	-	49	1	-	-	-	50	
		Test %	-	%98	%2	-	-	-	%100	
	K kontrol	G Frekans	-	50	-	-	-	-	50	
		Test %	-	%100	-	-	-	-	%100	
	K kontrol	K kontrol	Ön Frekans	8	28	4	-	10	-	50
			Test %	%16	%56	%8	-	%20	-	%100
		K kontrol	Son Frekans	5	35	3	-	7	-	50
			Test %	%10	%70	%6	-	%14	-	%100
K kontrol		G Frekans	9	29	5	-	7	-	50	
		Test %	%18	%58	%10	-	%14	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 31’de görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 60’ı soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) “*Kardeş kromatitlerin ayrılması*”, ikinci sırayı (% 8) “*Sinapsis*” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 98’i soruya doğru cevap vermişlerdir. Burada öğretmen adaylarının sadece %2’si yanlış ifade olan “*Sinapsis*” seçeneğini işaretlemişlerdir. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 100 olarak belirlenmiştir.

Tablo 31’den görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 56’sı doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) “*Kardeş kromatitlerin ayrılması*” seçeneği almıştır. İkinci sırayı ise (% 16) ile ‘*Krossing-over*’ seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 70’i soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu sorunun yanlış maddesini işaretleyenler içinde ilk sırayı (% 14) “*Kardeş kromatitlerin ayrılması*”, ikinci sırayı ise (% 10) ‘*Krossing-over*’ seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 58 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı (% 18) “*Krossing-over*”, ikinci sırayı ise (% 10) ‘*Sinapsis*’ seçenekleri almıştır.

Testin yirmi birinci sorusunda mayoz bölünmedeki genetik çeşitlilik ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişimini ile homolog kromozomların ekvatora dizilmesi ile ilgili bilgiler sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘D’ seçeneğidir. Tablo 32’de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 32. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirminci Birinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları								Toplam	
	A	B	C	D*	E	Boş				
GRUP	Ön Test	Frekans	10	5	5	27	3	-	50	
		%	%20	%10	%10	%54	%6	-	%100	
	Deney	Son Test	Frekans	4	-	-	46	-	-	50
		%	%8	-	-	%92	-	-	%100	
	G	Frekans	3	-	-	45	2	-	50	
		%	%6	-	-	%90	%4	-	%100	
	Kontrol	Ön Test	Frekans	9	8	3	25	4	3	50
			%	%18	%16	%6	%50	%8	%6	%100
		Son Test	Frekans	7	3	5	32	3	-	50
			%	%14	%6	%10	%64	%6	-	%100
G		Frekans	6	5	7	30	2	-	50	
		%	%12	%10	%14	%60	%4	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 32’de görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 54’ü soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) *“Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması”*, ikinci sırayı (% 10) *“Mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması, interfazda DNA nın kendini eşlemesi”* seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 92’si soruya doğru cevap vermişlerdir. Burada öğretmen adaylarının sadece %8’i yanlış ifade olan *“Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması”* seçeneğini işaretlemişlerdir. Geciktirilmiş testte ise öğretmen adaylarının % 90’ı soruya doğru cevap vermişlerdir. Burada öğretmen adaylarının %6’sı yanlış ifade olan *“Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması”*, %4’ü ise *‘İnterfazda DNA nın kendini eşlemesi, Mayozda homolog kromozomların ekvator’* seçeneğini işaretlemişlerdir.

Tablo 32’den görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 32’si doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 18) *“Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması”* seçeneği almıştır. İkinci sırayı ise (% 16) ile *‘Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, İnterfazda DNA nın kendini eşlemesi’* seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 64’ü soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu sorunun yanlış maddesini işaretleyenler içinde ilk sırayı (% 14) *“Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması”*, ikinci sırayı ise (% 10) *‘Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, İnterfazda DNA nın kendini eşlemesi’* seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 60 olarak belirlenmiştir. Yanlış işaretlenen seçenekler içinde ilk sırayı (% 14) *“Mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması, İnterfazda DNA nın kendini eşlemesi”*, ikinci sırayı ise (% 12) *‘Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi, mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması’* seçenekleri almıştır.

Testin yirmi ikinci sorusunda mayoz bölünmenin genel özellikleri ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda canlılarda mayoz bölünme ile gerçekleşen durumlar sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘C’ seçeneğidir. Tablo 33’te deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 33. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi İkinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları						Toplam		
		A	B	C*	D	E	Boş			
GRUP	Ön Test	Frekans	5	4	38	3	-	-	50	
		%	%10	%8	%76	%6	-	-	%100	
	Deney	Son Test	Frekans	-	-	50	-	-	-	50
		%	-	-	%100	-	-	-	%100	
	G Test	Frekans	2	-	48	-	-	-	50	
		%	%4	-	%96	-	-	-	%100	
	Kontrol	Ön Test	Frekans	-	2	40	5	3	-	50
			%	-	%4	%80	%10	%6	-	%100
		Son Test	Frekans	3	1	42	3	1	-	50
			%	%6	%2	%84	%6	%2	-	%100
G Test		Frekans	4	3	35	5	3	-	50	
		%	%8	%6	%70	%10	%6	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 33'ten görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 76'sı soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 10) "*Planaryada yenilenme*", ikinci sırayı (% 8) "*Eğreltilerde yenilenme*" seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 100'ü soruya doğru cevap vermişlerdir. Geciktirilmiş testte ise öğretmen adaylarının % 96'sı soruya doğru cevap vermişlerdir. Burada öğretmen adaylarının sadece %4'ü yanlış ifade olan "*Planaryada yenilenme*" seçeneğini işaretlemişlerdir.

Tablo 33'den görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 80'i doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 10) "*insanda yaraların iyileşmesi*", ikinci sırayı ise (% 6) ile '*Omurgalılarda büyüme ve gelişme*' seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 84'ü soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu sorunun yanlış maddesini işaretleyenler içinde ilk sırayı (% 6) "*Planaryada yenilenme*", ikinci sırayı ise (% 2) '*Omurgalılarda büyüme ve gelişme*' seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 70 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verilenler içinde ilk sırayı (% 10) "*İnsanda yaraların iyileşmesi*", ikinci sırayı ise (% 8) '*Planaryada yenilenme*' seçenekleri almıştır.

Testin yirmi üçüncü sorusunda homolog kromozomlarla ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda canlılarda homolog kromozomları nasıl oluştuğu sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı 'C' seçeneğidir. Tablo 34'te deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 34. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR	Öğrenci Cevapları								Toplam		
		A	B	C	D	E*	Boş				
GRUP	Ön Test	Frekans	4	10	8	4	20	4	50		
		%	%8	%20	%16	%8	%40	%8	%100		
	Deney	Son Test	Frekans	-	2	-	-	48	-	50	
		%	-	%4	-	-	%96	-	%100		
	G	Son Test	Frekans	-	1	-	-	49	-	50	
		%	-	%2	-	-	%98	-	%100		
	Kontrol	Ön Test	Frekans	6	8	9	2	22	3	50	
			%	%12	%16	%18	%4	%44	%6	%100	
		Son Test	Frekans	5	6	4	3	32	-	50	
			%	%10	%12	%8	%6	%64	-	%100	
		G	Son Test	Frekans	4	9	7	-	30	-	50
			%	%8	%18	%14	-	%60	-	%100	

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 34'ten görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 40'ı soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) "Tetrati oluşturan yapılardır. Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir.", ikinci sırayı (% 16) "Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir. Homolog kromozomlar bölünemez." seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 96'sı soruya doğru cevap verirken %4'ü ise Tetrati oluşturan yapılardır. Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir. Geciktirilmiş testte ise öğretmen adaylarının % 98'i soruya doğru cevap vermişlerdir. Burada öğretmen adaylarının sadece %2'si yanlış seçenerek işaretlemiştir.

Tablo 34'ten görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 44'ü doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 18) "Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir. Homolog kromozomlar bölünemez.", ikinci sırayı ise (% 16) ile 'Tetrati oluşturan yapılardır. Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir.' seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 64'ü soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu soru maddesine yanlış cevap verilenlerin içinde ilk sırayı (% 12) "Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir. Homolog kromozomlar bölünemez", ikinci sırayı ise (% 10) 'Tetrati oluşturan yapılardır. Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir. Homolog kromozomlar bölünemez.' seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 60 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verilenler içinde ilk sırayı (% 18) "Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir. Homolog kromozomlar bölünemez", ikinci

sırayı ise (% 14) ‘Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir. Homolog kromozomlar bölünemez.’ Seçenekleri almıştır.

Testin yirmi dördüncü sorusunda crossing-over ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda kromozomlar üzerindeki dizilişin krossig-overla gerçekleşip gerçekleşmemesi sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘E’ seçeneğidir. Tablo 35’de deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 35. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları						Toplam		
		A	B*	C	D	E	Boş			
GRUP	Deney	Ön	Frekans	10	28	3	-	9	-	50
		Test	%	%20	%56	%6	-	%18	-	%100
	Deney	Son	Frekans	3	47	-	-	-	-	50
		Test	%	%6	%94	-	-	-	-	%100
	Deney	G	Frekans	5	43	-	-	2	-	50
		Test	%	%10	%86	-	-	%4	-	%100
GRUP	Kontrol	Ön	Frekans	13	33	-	-	4	-	50
		Test	%	%26	%66	-	-	%8	-	%100
	Kontrol	Son	Frekans	5	38	-	6	1	-	50
		Test	%	%10	%76	-	%12	%2	-	%100
	Kontrol	G	Frekans	10	29	-	4	7	-	50
		Test	%	%20	%38	-	%8	%14	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 35’ten görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 56’sı doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 20) “Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.”, ikinci sırayı (% 18) “Mayozun Profaz-II evresinde gerçekleşir.” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 94’ü soruya doğru cevap verirken % 6’sı ise “Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.” seçeneğini işaretlemiştir. Geciktirilmiş testte ise öğretmen adaylarının % 86’sı soruya doğru cevap vermişlerdir. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 10) “Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.”, ikinci sırayı (% 4) “Mayozun Profaz-II evresinde gerçekleşir.” seçenekleri almıştır.

Tablo 35’ten görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 26’sı doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verilenlerin içerisinde ilk sırayı (% 26) “Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.”, ikinci sırayı ise (% 8) ile ‘Mayozun Profaz-II evresinde gerçekleşir.’ seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 76’sı soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu soru maddesine yanlış cevap verenlerin

içinde ilk sırayı (% 12) “Gen kombinasyonlarının oluşmasında hiçbir etkisi yoktur.”, ikinci sırayı ise (% 10) ‘Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.’ seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı % 38 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verilenler içinde ilk sırayı (% 20) “Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.”, ikinci sırayı ise (% 14) ‘Mayozun Profaz-II evresinde gerçekleşir.’ seçenekleri almıştır. Bu soruyu öğretmen adaylarının hiçbiri boş bırakmamıştır.

Testin yirmi beşinci sorusunda mayoz bölünmenin safhaları ile ilgili adayların anlamalarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Bu soruda kromozomların ekvatorial dizilişleri ile bilgiler sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı ‘B’ seçeneğidir. Tablo 36’da deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımları verilmiştir.

Tablo 36. Deney ve Kontrol Gruplarının Mayoz Bölünme Kavrama Testinin Yirmi Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

BAŞLIKLAR		Öğrenci Cevapları							Toplam	
		A	B	C*	D	E	Boş			
GRUP	Ön Test	Frekans	10	12	13	8	4	3	50	
		%	%20	%24	%26	%16	%8	%6	%100	
	Deney	Son Test	Frekans	2	3	41	3	1	-	50
		%	%4	%6	%82	%6	%2	-	%100	
	G Test	Frekans	6	5	33	4	2	-	50	
		%	%12	%10	%66	%8	%4	-	%100	
	Kontrol	Ön Test	Frekans	8	13	15	9	5	-	50
			%	%16	%26	%30	%18	%10	-	%100
		Son Test	Frekans	4	11	18	9	8	-	50
			%	%8	%22	%36	%18	%16	-	%100
		G Test	Frekans	8	13	16	7	5	-	50
			%	%16	%26	%32	%14	%10	-	%100

*: Sorunun doğru cevabı

Tablo 36’den görüldüğü gibi, bu soruda ön testte deney grubu öğretmen adaylarının % 26’sı soruyu doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 24) “B”, ikinci sırayı (% 20) “A” seçenekleri almıştır. Son testte öğretmen adaylarının % 82’si soruya doğru cevap verirken %6’sı ise “B” ve “D” seçeneklerini işaretlemiştir. Geciktirilmiş testte ise öğretmen adaylarının % 66’sı soruya doğru cevap vermişlerdir. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (% 12) “A”, ikinci sırayı (% 10) “B” seçenekleri almıştır.

Tablo 36’den görüldüğü üzere, bu soruyu ön testte kontrol grubu öğretmen adaylarının % 30’u doğru yanıtlamışlardır. Yanlış cevap verenlerin içerisinde ilk sırayı (%

26) “B”, ikinci sırayı ise (% 18) ile ‘D’ seçeneği almıştır. Son testte ise öğretmen adaylarının % 36’sı soruya doğru cevap vermişlerdir. Son testte bu soru maddesine yanlış cevap verenlerin içinde ilk sırayı (% 22) “B”, ikinci sırayı ise (% 18) ‘D’ seçeneği almıştır. Geciktirilmiş testte ise soruyu doğru cevaplayan öğretmen adaylarının oranı %32 olarak belirlenmiştir. Yanlış cevap verenler içinde ilk sırayı (% 26) “B”, ikinci sırayı ise (% 16) ‘A’ seçenekleri almıştır. Bu soruyu öğretmen adaylarının hiçbiri boş bırakmamıştır.

4. 3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular

Üçüncü alt problem, “Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının mayoz bölünme konusuna ilişkin öğrenmelerinin kalıcılığı arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklinde ifade edilmiştir. Bu alt probleme yönelik, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere, son ve geciktirilmiş test uygulanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

Gerçekleştirilen Kolmogorov Smirnov testine göre, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının gecikmiş son test olarak uygulanan kavrama testinden aldıkları puanlar, normal dağılıma uyduğundan ($p=0,198>0,05$), grupların gecikmiş son test puan ortalamaları parametrik bir test olan t testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 37’de sunulmuştur.

Tablo 37. Deney ve Kontrol Gruplarının Gecikmiş Testten Aldıkları Puanların Karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Sd	t	p
Deney	50	59.83	15.6	98	3.254	0.000*
Kontrol	50	44.56	12.8			

* $p<0,05$ düzeyinde anlamlı

Tablo 37’de görüldüğü gibi, deney grubunun gecikmiş testten aldıkları puan ortalaması 59,83; kontrol grubunun ise 44.56’dır. Yapılan t-testi analiz sonuçlarına göre uygulama sonrası deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında gecikmiş son test sorularını cevaplama düzeyi bakımından deney grubunun lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

4. 4. Kavramlara Yönelik Yapılan Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarıyla uygulama öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki kez mülakat yürütülmüştür.

Ön ve son test uygulamasından sonra gerçekleştirilen mülakatlar aracılığıyla öğretmen adaylarının mateyal hakkındaki fikirleri ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır.

Öğretmen adaylarının ön testten aldıkları puanlar, kavramlara yönelik mülakatlara katılmalarında önemli bir etken olarak kullanılmıştır. Mülakata kız ve erkek olmak üzere toplam 12 aday (2'şer kişi iyi, 2'şer kişi orta ve 2'şer kişi alt seviyede) katılmıştır.

Mülakatlarda 10 soru sorulmuştur. Bu sorulara öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara göre değerlendirmeler yapıp farklı sorular eklenmiştir. Elde edilen bulgular düzenlenerek aşağıda sunulmuştur.

Tablo 38'de kavramlara yönelik yapılan mülakatın ilk sorusu olan 'Mayoz bölünme sonucunda oluşan hücrelerin durumu hakkında bilgi veriniz?' (mayoz bölünme sonucunda oluşan hücrelere ne olur?) ifadesiyle ilgili cevaplara yer verilmiştir.

Tablo 38. Öğretmen Adaylarının Mülakatın Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
	Dört tane yeni ana hücre oluşur.	EA3	KA1, KA5	EA6
İki yeni hücre oluşur.	EA2	-	-	-
*Ana hücreden dört tane yeni hücre oluşumu ortaya çıkar.	EA1, EA4, EA5	KA2, KA3	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5	KA1, KA2, KA3, KA5, KA6
Hücrelerden birisi diğerlerine göre küçük boyutludur.	EA6	KA4,KA6	-	-

A: Araştırmacı E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Mayoz bölünme sonucu dört yeni ana hücre oluşur (KA1, KA5) diyen öğretmen adaylarının yanında hücrelerden birisi diğerlerine göre küçük boyutlu olduğunu (KA4, KA6) ifade eden öğretmen adaylarının olduğu da görülmektedir. Mayoz bölünme sonucunda iki yeni hücre oluştuğunu (EA2) söyleyen öğretmen adayı bu hücrelerinde aynı büyüklükte olduğunu ifade etmiştir. Başka bir öğretmen adayı ise oluşan hücrelerden birinin diğerinden daha büyük olduğunu ifade etmiştir (EA6). Dört yeni ana hücre oluşur (KA1, KA5) diyen öğretmen adayları hücrelerin büyüklüğü konusunda soru sorulduğunda hücrelerin büyüklüklerinin birbirine eşit olmayabileceğini ifade etmişler ve hücrelerden birisi diğerlerine göre küçük boyutludur diyen (KA4, KA6) üç tane hücre oluşma ihtimalinin olduğunu söylemişlerdir. EA1, EA4, EA5, KA2 ve KA3 öğretmen adayları ise mayoz bölünme sonucu dört yeni hücre oluşacağını ifade etmişlerdir. Bu hücrelerin büyüklükleri hakkında bilgilerinin olmadıklarını eklemişlerdir. Tablo 38 incelendiğinde, öğretmen adaylarının mayoz bölünme sonucunda oluşan hücreler hakkında kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir.

Son mülakat sonrasında öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının büyük oranda giderildiği görülmüştür. Öğretmen adaylarından büyük bir kısmı mayoz bölünme sonucu ana hücreden dört yeni hücre oluşacağını ifade etmişlerdir. EA6 ve KA4 kodlu öğretmen adayları ise diğerlerinden farklı olarak 'dört tane yeni ana hücre oluşur' demişlerdir. KA4 kodlu öğrenci mayoz bölünme sonucunda hücrenin boyutunda herhangi bir değişiklik olmaz demiştir. KA1, KA2, KA3, KA5, KA6 kodlu öğretmen adayları ise bölünme sonucunda dört adet yeni hücre oluşur. Oluşan hücreler ana hücreye göre farklılık gösterir ifadelerini kullanmışlardır. EA6 kodlu öğretmen adayı aslında oluşan hücrelerin ana hücreden pek bir farkı olmadığını ifade etmiştir. KA4 kodlu öğretmen adayı oluşan hücrelerin büyüklüklerinin aynı olduğunu ifade etmiştir. Ön kavramlara yönelik mülakatta hücre büyüklüklerinin farklı olduğunu söylerken son kavramlara yönelik mülakatta ise hücre büyüklüklerinin aynı olduğunu ifade etmiştir. Bu soruya ek olarak EA3, EA2, KA1 ve KA3 kodlu öğretmen adaylarına aşağıdaki sorular sorulmuş verdikleri cevaplar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

(E: Eğitimci, ÖKM: ön kavramlara yönelik mülakat, SKM: son kavramlara yönelik mülakat, E: Eğitimci, K: Kız)

E: Peki oluşan hücreler kaç kromozomludur?

EÖ3: Kaç kromozomlu olduğunu bilmiyorum maalesef.

EA3: Mayoz bölünme sonucu oluşan hücreler ana hücreden farklı olarak n kromozomludur.

E: Mayoz bölünme sonucu kaç hücre oluşur?

EA2: Tam bilmiyorum ama iki hücre oluşur diye biliyorum. Aslında birçok hücre oluşur fakat diğerleri ölür. Böylece iki hücre kalmış olur. (ÖKM)

EA2: Dört yeni hücre oluşur. (SKM)

E: Mayoz bölünmeyi önceden duymuş muydun?

EA2: Evet duyduğumu hatırlıyorum.

E: Bölünme sonucunda oluşan hücre ana hücreye benzer mi?

EA2: Herhalde benzerdir. (ÖKM)

EA2: Benzemez. (SKM)

E: Peki oluşan hücreler kaç kromozomludur?

EA2: Normalde n kromozomlu olan bir ana hücreden mayoz bölünme sonucu yine n kromozomlu hücre oluşur. (ÖKM)

EA2: $2n$ kromozomlu bir ana hücreden n kromozomlu dört yeni hücre oluşur. Yani buradan hareketle kromozom sayısında bir değişiklik olduğunu söyleyebiliriz. (SKM)

E: Mayoz bölünme sonucu kaç hücre oluşur?

KA1: Oluşan hücreler ana hücreden farklıdır. Çünkü mayoz bölünmede kalıtsal çeşitlilik gerçekleşir. Buda hücreler arasındaki farklılığı işaret etmektedir. (SKM)

E: Peki oluşan hücreler kaç kromozomludur?

KA1: Normalde $2n$ kromozomlu olan bir ana hücreden mayoz bölünme sonucu yine $2n$ kromozomlu hücre oluşur. (ÖKM)

KA1: Oluşan hücrenin kromozom sayısı ana hücrenin yarısıdır. (SKM)

E: Mayoz bölünme sonucu kaç hücre oluşur?

KA3: Dört yeni hücre oluşur diye biliyorum. Fakat emin değilim. (ÖKM)

E: Bölünme sonucunda oluşan hücre ana hücreye benzer mi?

KA3: Benzemeyeceğini düşünüyorum. (ÖKM)

KA3: Oluşan hücreler ana hücreye benzemez. Çünkü kromozom sayılarında farklılıklar vardır. Bunun yanında kalıtsal olarak da farklılık göstereceğinden dolayı birbirine benzemezler. (SKM)

E: Peki oluşan hücreler kaç kromozomludur?

KA3: Kromozom sayısı aynı kalır herhalde.(ÖKM)

KA3: Kromozom sayısı ana hücreye göre yarı düşer.(SKM)

Mülakatın ikinci sorusunda 'Kromozomu nasıl açıklarsanız?' ifadesi yer almıştır. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 39'da sunulmuştur.

Tablo 39. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
2. Kromozom hakkında bilginiz nedir?				
Kromozomların kendilerini tetrad olarak eşlediği safha anafaz-I safhasıdır diye düşünüyorum.	EA1	KA2		
*Hücrenin çekirdek kısmında bulunan ve kendisini kopyalayabilen ve yapılarında iğ iplikleri bulunur.	-	-	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5,	KA1, KA2, KA3, KA4, KA5
Canlılarda kromozomların sayı değişiklikleri türle ilgili değildir.	EA3	KA5	-	-

Tablo 39'un devamı

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
Canlının gelişmişlik düzeyi ile kromozom sayısı arasında doğru orantı vardır.	-	KA1	-	-
Hücre içinde dağınık şekilde bulunurlar.	EA2	-	EA6	-
Kromozom sayısının canlıların büyüklüğü ile alakası vardır.	-	KA4	-	-
Genler kromozom yapılarında bulunmazlar. Tam bilemiyorum.	EA6	-	-	-
Hücre bölünmesinden önce kromozom yapılarında bir değişiklik olur.	EA5	-	-	-
Kromozomlar tek parça yapıdadırlar.	-	KA6	-	KA6
Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapısı ile ana hücrenin kromozom yapısı aynıdır.	EA4	KA3	-	-

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Öğretmen adaylarından EA4 ve KA3 bölünmeden sonra kromozom yapılarında değişiklik olduğunu, KA6 kromozomların tek parça yapıda olduklarını, EA5 hücre bölünmesinden önce kromozom yapılarında bir değişiklik olduğunu, EA6 genlerin kromozom yapılarında olmadıklarını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan EA3, KA5, KA4 ve KA1 kodlu öğretmen adayları kromozomların sayıları hakkında fikirlerini belirtirken EA2 kodlu aday kromozomların hücre içerisinde dağınık şekilde bulduklarını ifade etmiştir. Tablo 39'a bakıldığında öğretmen adaylarının kromozom hakkında kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir.

Son mülakatta ise EA6 ve KA6 dışındaki tüm öğretmen adayları doğru cevabı vermişlerdir. Bu adaylar kromozomların hücre içerisinde dağınık (EA6) ve tek parça yapıda (KA6) olduklarını ifade ederek kavram yanlışlarının devam ettirdiğini göstermişlerdir. Bu mülakat sorusuyla ilgili olarak EA1 ve KA2'nin görüşleri aşağıda sunulmuştur.

E: Kromozom hakkında bilginiz nedir?

EA1: Kromozomların kendilerini tetrat olarak eşlediği safha anafaz-I safhasıdır diye düşünüyorum. (ÖKM)

E: Safhalardan Anafaz-I safhası hakkında bilgin var mı?

EA1: Doğrusu tam olarak bilmiyorum.

E: Peki neden anafaz-I safhası dedin?

EA1: Yani öyle aklıma geldi. Anafaz-I de kromozomlarla ilgili bir değişiklik oluyor diye biliyorum. (ÖKM)

EA1: Hücrenin çekirdek kısmında bulunan ve kendisini kopyalayabilen ve yapılarında iğ iplikleri bulunur. (SKM)

E: Kromozom hakkında bilginiz nedir?

KA2: Kromozomların kendilerini tetrat olarak eşlediği safha anafaz-I safhasıdır. (ÖKM)

E: Tetrat ne demek?

KA2: Tam olarak bilmiyorum ama kromozomların eşlenmesi miydi? (gülerek) (ÖKM)

KA2: Hücrenin çekirdek kısmında bulunan ve kendisini kopyalayabilen ve yapılarında iğ iplikleri bulunur. (SKM)

Mülakatın üçüncü sorusunda adaylara 'Krossing-over hakkında ne biliyorsunuz?' ifadesi sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 40'ta sunulmuştur.

Tablo 40. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
3. Krossing-over hakkında ne biliyorsunuz?				
Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.	EA1	KA4	-	-
Stoplazmada gerçekleşme ihtimali çok yüksektir.	-	KA1	-	-
*Farklı cinsiyetlerden homolog kromozomların birbirleriyle karşılıklı parça değişirmesiyle her iki kromozomdaki genetik bilgi birbirine karışarak yeni kombinasyonlar oluşturmalarına krossing-over denir.	EA3	-	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6	KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6
Gen kombinasyonlarında etkili değildir.	-	KA3	-	-
Mayoz bölünmenin metafaz-I evresinde gerçekleşir.	EA2	-	-	-
Mayoz bölünmede krossing over görülme ihtimali düşüktür.	EA4	-	-	-
Krossing-over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşmez.	EA6	KA2	-	-
Krossing-over çeşitliliğe sebep olmaz.	EA5	KA5	-	-
Krossing-over mayoz-II de görülür.	-	KA6	-	-

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Tablo 40'daki cevaplar irdelendiğinde adayların krossing over hakkında kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmektedir. Sadece EA3 kodlu öğretmen adayı soruyu doğru yanıtlamıştır. EA2 kodlu öğretmen adayı krossing-overı metafaz-I evresinde gerçekleştiğini ifade ederken EA4 kodlu öğretmen adayı ise mayoz bölünme de krossing overin görülme ihtimalinin düşük olduğunu belirtmiştir. Son kavramlara yönelik mülakatta

ise öğretmen adaylarının hepsi soruya doğru cevap vermiştir. Bu soruyla ilgili olarak EA2, ve EA5 ile yürütülen mülakatlardan yapılan alıntılar aşağıda sunulmuştur.

E: *Krossing over hakkında bilgileriniz nelerdir?*

EA2: *Mayoz bölünmenin metafaz-I evresinde gerçekleşir. (ÖKM)*

E: *Safhalardan metafaz-I safhası hakkında bilgin var mı?*

EA2: *Biraz düşünmem gerekiyor tam bilemedim. Ama eski kalan bilgilerime göre söyledim. (ÖKM)*

E: *Eski kalan bilgilerine göre nasıl böyle bir sonuca vardın?*

EA2: *Yani dediğim gibi tam bilmiyorum. (ÖKM)*

EA2: *Krossing-over olayı ile kromozomlar üzerindeki diziliş sırası değişir. (SKM)*

E: *Krossing over hakkında bilgileriniz nelerdir?*

EA5: *Krossing-over çeşitliliğe sebep olmaz. (ÖKM)*

E: *Niçin böyle düşünüyorsun?*

EA5: *Bildiğim kadarıyla genler arasında bir değişim olur fakat bu çeşitliliğe ortaya çıkartmaz. Bunu söylerken önceki bilgilerime dayanarak söylüyorum. (ÖKM)*

E: *Peki hiç değişim olmaz mı?*

EA5: *Aslında olması gerekiyor ama nerede ne zaman olur onu tam bilemedim. (ÖKM)*

E: *Peki neye göre değişim olduğunu söylüyorsun?*

EA5: *Bilemedim. Hani söyledim ya bilemedim diye.*

EA5: *Krossing-over olayı ile kromozomlar üzerindeki diziliş sırası değişir. (SKM)*

Mülakatın dördüncü sorusunda 'Kalıtsal Çeşitliliği nasıl ifade edersiniz?' ifadesi yer almıştır. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 41'de sunulmuştur.

Tablo 41. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
	*Genel olarak bireylerin sahip olduğu genetik bilgilerin toplamı olarak ifade edilir. Mayoz bölünmenin temel özelliklerindedir. Kromozomların kutuplara çekilmesinden sonra olur diye biliyorum.	EA1	KA3	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6
	EA3	-	-	-

Tablo 41'in devamı

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
Mayoz bölünmenin metafaz-I evresinde görülebilir.	EA2	-	-	-
Doğrudan crossing-over ile alakalı değildir.	EA5, EA4	KA5, KA2	-	-
Bilmiyorum	EA6	KA1, KA4, KA6	-	-

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Tablo 41'e bakıldığında öğretmen adaylarının kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir. Ön mülakatlarda sadece EA1 ve KA3 kodlu öğretmen adayları doğru cevabı vermiştir. EA6, KA1, KA4 ve KA6 kodlu öğretmen adayları ise bu soru hakkında herhangi bir fikir beyan etmemişlerdir. Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise tüm öğretmen adayları sorunun doğru cevabını vermişlerdir. Soru ile ilgili EA2 ve KA5 öğretmen adaylarıyla yürütülen mülakatlardan elde edilen bulguların bazıları doğrudan verilmiştir.

E: *Kalıtsal çeşitliliği nasıl ifade edersiniz?*

EA2: *Mayoz bölünmenin metafaz-I evresinde görülebilir. (ÖKM)*

E: *Neden böyle bir tanımlama yaptın?*

EA2: *Çünkü metafaz evresinde kromozomlarda ayrılma olayı gerçekleşir. (ÖKM)*

E: *Ayrılma olayı nasıl olur?*

EA2: *Homolog kromozomlar üzerinde gerçekleşir. (ÖKM)*

E: *Homolog kromozom nedir?*

EA2: *Tam olarak bilmiyorum. (ÖKM)*

EA2: *Genel olarak bireylerin sahip olduğu genetik bilgilerin toplamı olarak ifade edilir. Mayoz bölünmenin temel özelliklerindedir. (SKM)*

E: *Kalıtsal çeşitliliği nasıl ifade edersiniz?*

KA5: *Doğrudan crossing-over ile alakalı değildir. (ÖKM)*

E: *Soruda kalıtsal çeşitliliği sormaya çalıştık fakat crossing over ile nasıl bir bağlantı kurdun?*

KA5: *Kalıtsal çeşitliliğin crossing over ile ilgili bir bağlantısı olduğu aklımda kalmış. Bunun yanlış olduğunu düşünüyorum. (ÖKM)*

E: *Neden yanlış olduğunu düşünüyorsun?*

KA5: *Nedenini tam açıklayamayacağım. (ÖKM)*

KA5: Genel olarak bireylerin sahip olduğu genetik bilgilerin toplamı olarak ifade edilir. Mayoz bölünmenin temel özelliklerindedir. (SKM)

Mülakatın beşinci sorusunda 'Homolog kromozom deyince ne anlıyorsunuz?' ifadesi yer almıştır. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 42'de sunulmuştur.

Tablo 42. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

5. Homolog kromozom deyince ne anlıyorsunuz?				
Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
Sinapsis olayı homolog kromozomlar arasında görülmez.	EA6	KA2	-	-
Tetrat yapılar homolog olmayan kromozomlar arasında oluşur.	EA1	-	-	-
Homolog kromozomlar ayrılmazlar diye düşünüyorum.	EA5	KA1	-	-
Profaz II evresinde homolog kromozomlar farklı hücrelere gideceği şekilde birbirlerinden ayrılırlar.	EA4	KA4	-	-
*Farklı cinsiyetlerden gelen şekil ve büyüklük bakımından aynı olan gen dizilişleri olarak farklı olabilen ve aynı karakterlere etki eden kromozomlardır. Tetrat, sinapsis ve krossing-over gibi olaylar homolog kromozomlar arasında gerçekleşir.	-	KA3	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6	KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6
Homolog kromozomlar metafaz-II evresinde birbirlerinden ayrılırlar.	EA3	KA5	-	-
Homolog kromozomlar ayrılmazlar.	EA2	KA6	-	-

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Tablo 42'ye bakıldığında öğretmen adaylarının ön mülakatlarda homolog kromozomlarla ilgili farklı görüşleri olduğu görülmektedir. Ön kavramlara yönelik mülakatlarda erkek adaylardan hiçbirisi doğru cevabı veremezken kız öğretmen adaylardan ise sadece KA3 kodlu öğretmen adayı doğru cevabı vermiştir. Son mülakatlarda ise tabloda da görüldüğü gibi tüm öğretmen adayları kavram yanlışlarını gidererek soruyu yanıtlamışlardır. Soru ile ilgili EA1, EA5 ve KA6 öğretmen adaylarıyla yürütülen mülakat verilerinden bazıları aşağıdadır.

E: Homolog kromozom deyince ne anlıyorsunuz?

EA1: Tetrat yapılar homolog olmayan kromozomlar arasında oluşur. (ÖKM)

E: Neden böyle bir tanımlama yaptın?

EA1: Çünkü tetrat yapılar homolog olmayan kromatitlerden oluşur. Kromatitlerin birbiriyle sarmalanmasıyla orta çıkan yapılar tetrattır. (ÖKM)

EA1: Farklı cinsiyetlerden gelen şekil ve büyüklük bakımından aynı olan gen dizilişleri olarak farklı olabilen ve aynı karakterlere etki eden kromozomlardır. Tetrat, sinapsis ve krossing-over gibi olaylar homolog kromozomlar arasında gerçekleşir. (SKM)

E: Homolog kromozom deyince ne anlıyorsunuz?

EA5: Homolog kromozomlar ayrılmazlar diye düşünüyorum. (ÖKM)

E: Neden bu şekilde düşünüyorsunuz?

EA5: Çünkü ayrıldıklarında farklı karakterlere etkileri azalmaktadır. Gen dizilişleri de aynı olması için ayrılma olayı gerçekleşmez. (ÖKM)

E: Gen dizilişleri neden aynı olması gerekir?

EA5: Yani bunun tam olarak sebebini bilmiyorum. Bu yüzden açıklayamayacağım. (ÖKM)

EA5: Farklı cinsiyetlerden gelen şekil ve büyüklük bakımından aynı olan gen dizilişleri olarak farklı olabilen ve aynı karakterlere etki eden kromozomlardır. Tetrat, sinapsis ve krossing-over gibi olaylar homolog kromozomlar arasında gerçekleşir. (SKM)

E: Homolog kromozom deyince ne anlıyorsunuz?

KA6: Homolog kromozomlar ayrılmazlar.

E: Niçin bu şekilde düşünüyorsunuz?

KA6: Çünkü homolog kromozom çiftleri yan yana gelerek farklı yapıda kromozomları oluşturur. Oluşturduğu bu yapılardan dolayı ayrılma olayı görülmez. (ÖKM)

E: Bunlar hangi yapılardır?

KA6: Hangi yapı olduklarını bilmiyorum. (ÖKM)

E: Peki bu yapılar nerede görülür?

KA6: Mayoz-II de görülür diye biliyorum. (ÖKM)

KA6: Farklı cinsiyetlerden gelen şekil ve büyüklük bakımından aynı olan gen dizilişleri olarak farklı olabilen ve aynı karakterlere etki eden kromozomlardır. Tetrat, sinapsis ve krossing-over gibi olaylar homolog kromozomlar arasında gerçekleşir. (SKM)

Mülakatın altıncı sorusunda 'Profaz-I safhasını açıklar mısınız?' ifadesi yer almıştır. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 43'de gösterilmiştir.

Tablo 43. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
	6. Profaz-I safhasını açıkla mısınız?			
Kromozomlar iğ iplikleri yardımıyla kutuplara doğru çekilirler.	-	KA6	-	-
*Bu safha sonucunda çekirdekçik ve çekirdek zarı kaybolur. Sentrozomlar birbirlerini eşleyerek iğ ipliklerini oluşturur ve zıt kutuplara çekilir. Homolog kromozomlar yanyana gelerek 4'lü kromatit yapılarını oluşturur.	-	KA3, KA5	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6	KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6
Bu evrede kromatitler birbirlerinden ayrılırlar.	EA1	KA1	-	-
Çekirdek bölünmesi büyük oranda gerçekleşmiş olur.	EA3	-	-	-
Ekvator düzlemine iki sıra halinde sıralandığı evredir.	EA4	KA2	-	-
Zıt kutuplarda kardeş kromozomlar görülür.	EA6	-	-	-
İğ ipliklerinin kaybolduğu ve yeni hücrelerin oluştuğu evredir.	-	KA4	-	-
Bilmiyorum	EA2, EA5	-	-	-

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Bu mülakat sorusunda sadece KA3 ve KA5 kodlu öğretmen adayları doğru cevap vermişlerdir. Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise tabloda da görüldüğü gibi tüm öğretmen adayları kavram yanlışlarını gidererek doğru cevabı vermişlerdir. Soru ile ilgili EA2, EA3, KA4 ve KA3 öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlar aşağıdadır.

E: Profaz-I safhasını açıkla mısınız?

EA2: Bu safha hakkın da bilgim yok. (ÖKM)

EA2: Bu safha sonucunda çekirdekçik ve çekirdek zarı kaybolur. Sentrozomlar birbirlerini eşleyerek iğ ipliklerini oluşturur ve zıt kutuplara çekilir. Homolog kromozomlar yanyana gelerek 4'lü kromatit yapılarını oluşturur. (SKM)

E: Profaz-I safhasını açıkla mısınız?

EA3: Çekirdek bölünmesi büyük oranda gerçekleşmiş olur. (ÖKM)

EA3: Bu safha sonucunda çekirdekçik ve çekirdek zarı kaybolur. Sentrozomlar birbirlerini eşleyerek iğ ipliklerini oluşturur ve zıt kutuplara çekilir. Homolog kromozomlar yanyana gelerek 4'lü kromatit yapılarını oluşturur. (SKM)

E: Profaz-I safhasını açıkla mısınız?

KA4: İğ ipliklerinin kaybolduğu ve yeni hücrelerin oluştuğu evredir. (ÖKM)

E: Peki sonrasında ne olur?

KA4: Daha sonra bölünme gerçekleşir. Mayoz bölünmenin ikinci safhasına geçilir. (ÖKM)

E: Bundan sonra başka bir evre daha oluşmaz mı?

KA4: Tam olarak bilmiyorum ama diğer safhaya geçeceği için herhangi bir safha olmaz diye düşünüyorum. (ÖKM)

KA4: Bu safha sonucunda çekirdekçik ve çekirdek zarı kaybolur. Sentrozomlar birbirlerini eşleyerek iğ ipliklerini oluşturur ve zıt kutuplara çekilir. Homolog kromozomlar yanyana gelerek 4'lü kromatit yapılarını oluşturur. (SKM)

E: Profaz-I safhasını açıklar mısınız?

KA3: Çekirdek bölünmesi büyük oranda gerçekleşmiş olur. (ÖKM)

E: Çekirdek bölünmesi bu safhada mı oluyordu?

KA3: Evet bu safha diye hatırlıyorum. (ÖKM)

KA3: Bu safha sonucunda çekirdekçik ve çekirdek zarı kaybolur. Sentrozomlar birbirlerini eşleyerek iğ ipliklerini oluşturur ve zıt kutuplara çekilir. Homolog kromozomlar yanyana gelerek 4'lü kromatit yapılarını oluşturur. (SKM)

Mülakatın yedinci sorusunda 'Metafaz-I safhasını açıklar mısınız?' ifadesi yer almıştır. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 44. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

7. Metafaz-I safhasını açıklar mısınız?						
Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat			
	Erkek	Kız	Erkek	Kız		
Kardeş kromatitlerin ayrılması gerçekleşir.	EA1	-	-	KA4		
*Homolog kromozomlar hücrenin ekvatorial düzlemine çift sıralı halde dizilirler.	-	-	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6	KA1, KA2, KA3, KA5		
Homolog kromozomların eşleştiği evredir.	EA3	KA5	-	-		
Bilmiyorum	EA2, EA4, EA5, EA6	KA1,KA2, KA3,KA4, KA6	-	KA6		

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Tablo 44 incelendiğinde öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin anafaz-I evresiyle ilgili farklı görüşleri olduğu görülmektedir. Ön mülakatta çoğu aday 'bilmiyorum' ifadesini kullanmıştır. Bir öğretmen adayı (EA1) 'Kardeş kromatitlerin ayrılması gerçekleşir.' diğer iki öğretmen adayı ise (KA5, EA3) 'Homolog kromozomların eşleştiği evredir.' şeklinde ifade

etmişlerdir. Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise (KA6) dışındaki tüm öğretmen adayları soruları doğru olarak cevaplamışlardır.

Mülakatın sekizinci sorusunda 'Anafaz-I safhasını açıklar mısınız?' ifadesi yer almıştır. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 45'de açıklanmıştır.

Tablo 45. Öğretmen Adayların Mülakatın Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
8. Anafaz-I safhasını açıklar mısınız?				
Kromatitlerin ayrıldığı evredir. Daha sonra bölünme gerçekleşir.	-	KA1	-	-
Sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.	EA1	KA5	-	-
Homolog kromozomlar (eşlenmiş haliyle) biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılır. Kardeş kromatidleri bir arada tutan sentromerler parçalanmamıştır.	-	-	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6	KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6
*Kromatidler sentromerleri ile bir aradadır. Kromozomlar sentromerleri ile iğ ipliklerine tutunurlar.	EA3	KA4	-	-
Çekirdek zarının erimesi ve iğ ipliklerinin oluşması gerçekleşir.	EA6	KA6	-	-
Bilmiyorum	EA2, EA5, EA4	KA2, KA3	-	-

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Ön kavramlara yönelik mülakatlarda tablo 44'a bakıldığında öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin anafaz-I evresiyle ilgili farklı görüşleri olduğu görülmektedir. Bu mülakatta hiçbir öğretmen adayı doğru cevabı verememiştir. Adayları cevapları incelendiğinde iğ ipliklerinin oluşumu ve bölünme hakkında yanlışları olduğu gözükmektedir. EA2, EA5, EA4, KA2 ve KA3 öğretmen adayları ise bu soru hakkında hiçbir fikir beyan etmemişlerdir. Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise tabloda da görüldüğü gibi tüm öğretmen adayları kavram yanlışlarını gidererek doğru cevabı verdikleri görülmektedir. Soru ile ilgili EA3 ve KA5 öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlar aşağıdadır.

E: Anafaz-I safhasını açıklar mısınız?

EA3: Kromatidler sentromerleri ile bir aradadır. Kromozomlar sentromerleri ile iğ ipliklerine tutunurlar. (ÖKM)

E: Bu bilgiyi neye göre açıkladın?

EA3: Tam olarak ifade edemedim. (ÖKM)

EA3: Homolog kromozomlar (eşlenmiş haliyle) biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılır. Kardeş kromatidleri bir arada tutan sentromerler parçalanmamıştır. (SKM)

E: Anafaz-I safhasını açıkla mısınız?

KA5: Sitoplazma bölünmesi gerçekleşir. (ÖKM)

E: Peki başka hangi olaylar görülür?

KA5: Biraz düşünmem gerekiyor. Fakat tam olarak bilmiyorum. (ÖKM)

KA5: Homolog kromozomlar (eşlenmiş haliyle) biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılır. Kardeş kromatitleri bir arada tutan sentromerler parçalanmamıştır. (SKM)

Mülakatın dokuzuncu sorusunda 'Telofaz-I safhasını açıkla mısınız?' ifadesi yer almıştır. Bu soruya verilen cevaplar Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
Homolog kromozomlar, iğ iplikleri yardımıyla karşılıklı kutuplara doğru çekilirler.	EA2	-	-	-
Sentromerler bu evrenin sonunda parçalanır.	EA3	-	-	-
Kromatitler bu evrede hiç görülmez.	EA4	KA4	-	-
*Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur. Sitokinez gerçekleşerek iki yeni hücre oluşur.	EA1	KA2, KA3, KA5	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6	KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6
Bilmiyorum	EA5, EA6	KA1, KA6	-	-

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Ön kavramlara yönelik mülakatlarda tablo 45'e bakıldığında öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin telofaz-I evresiyle ilgili farklı görüşleri olduğu görülmektedir. EA1, KA2, KA3 ve KA5 kodlu öğretmen adayları soruyu doğru olarak cevaplamışlardır. Bunun yanı sıra EA5, EA6, KA1 ve KA6 kodlu öğretmen adayları ise soru hakkında herhangi bir bilgi sahibi olmadıklarını ifade etmişlerdir. EA2 kodlu öğretmen adayı iğ ipliklerinin çekileceğini, EA3 kodlu öğretmen adayı sentromerlerin parçalacağını, EA4 ve KA4 kodlu öğretmen adayları kromatitlerin görülmediğini ifade etmişlerdir. Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise tabloda da görüldüğü gibi tüm öğretmen adayları kavram yanılgılarını

gidererek doğru cevabı verdikleri görülmektedir. Soru ile ilgili EA5, EA6 ve KA6 kodlu öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlar aşağıdadır.

E: *Telofaz-I safhasını açıkla mısınız?*

EA5: *Bilmiyorum. (ÖKM)*

EA5: *Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur. Sitokinez gerçekleşerek iki yeni hücre oluşur. (SKM)*

E: *Telofaz-I safhasını açıkla mısınız?*

EA6: *Bilmiyorum. (ÖKM)*

EA6: *Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur. Sitokinez gerçekleşerek iki yeni hücre oluşur. (SKM)*

E: *Telofaz-I safhasını açıkla mısınız?*

KA6: *Bu konuda herhangi bir fikrim yok. (ÖKM)*

KA6: *Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur. Sitokinez gerçekleşerek iki yeni hücre oluşur. (SKM)*

Mülakatın onuncu sorusunda 'Profaz-II safhasını açıkla mısınız?' sorusuna verilen cevaplar Tablo 47'de yer almıştır.

Tablo 47. Öğretmen Adaylarının Kavramlara Yönelik Mülakatın Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Ön Kavramlara Yönelik Mülakat		Son Kavramlara Yönelik Mülakat	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
	*Bu evrede kromatinler kısalıp kalınlaşarak kromatit halini alır. Her bir kromozom iki kromatitli hale gelir. Çekirdek zarının erimesi ve iç ipliklerinin oluşması gerçekleşir.	-	-	EA1, EA3, EA4, EA5, EA6
Bilmiyorum	EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6	KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6	EA2	KA5, KA4

E: Erkek, K: Kız *Doğru Cevap

Ön kavramlara yönelik mülakatlarda Tablo 47'ye bakıldığında öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin profaz-II evresiyle ilgili herhangi bir bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise bazı öğretmen adaylarının (EA2, KA4, KA5) dışındaki tüm öğretmen adayları soruları doğru olarak cevap vermişlerdir. Soru ile ilgili KA2 kodlu öğretmen adayıyla yapılan mülakat aşağıdadır.

E: Profaz-II safhasını açıklar mısınız?

KA2: Bilmiyorum. (ÖKM)

KA2: Bu evrede kromatinler kısalıp kalınlaşarak kromatid halini alır. Her bir kromozom iki kromatidli hale gelir. Çekirdek zarının erimesi ve iğ ipliklerinin oluşması gerçekleşir. (SKM)

4. 5. Materyale Yönelik Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarının bilgisayara dayalı öğretimle yürütülen dersler ve bu süreçte yapılan etkinlikler hakkındaki düşüncelerini ve bu yaklaşımla yürütülen derslerin biyolojiye karşı tutumlarında bir değişiklik meydana getirip getirmediğini belirlemek amacıyla materyale yönelik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatlar yaklaşık 10 dakika sürmüştür. Adayların mülakatlara verdikleri cevaplar, puanlama yoluna gidilmeden öğretmen adaylarının düşünceleri şeklinde olduğu gibi yansıtılmaya çalışılmıştır. Mülakatlar 14 öğretmen adayı (7 kız, 7 erkek) ile yürütülmüştür. Bu öğretmen adaylarından 12'si kavramlara yönelik mülakatların yapıldığı öğretmen adayları olup, diğer iki öğretmen adayı (EA7, KA7) gönüllü olarak mülakatlara katılmışlardır. Materyale yönelik mülakatlarda öğretmen adaylarına 8 soru yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının her bir soruya verdikleri cevaplar tablolar halinde aşağıda sunulmuştur. Her tablodan sonra soruyla ilgili yapılan mülakatlardan alıntılar verilmiştir. A araştırmacıyı simgelemektedir.

Materyale yönelik mülakatın ilk sorusu olan "Mayoz bölünme konusunun bilgisayara dayalı materyaller materyaller kullanılarak işlenmesi biyoloji dersine karşı tutumunuzu değiştirdi mi? Düşünceleriniz nelerdir?" sorusu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 48'de sunulmuştur.

Tablo 48. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
1. Mayoz bölünme konusunun bilgisayara dayalı materyaller materyaller kullanılarak işlenmesi biyoloji dersine karşı tutumunuzu değiştirdi mi? Düşünceleriniz nelerdir?	
Değiştirdi	EA1, EA3, EA4, EA5, EA6, KA1, KA2, KA3, KA4, KA5
Biraz değiştirdi	EA2, KA7
Değiştirmede	KA6, EA7
Anlaşılır olarak gürdüğüm bu ders beni gerçekten etkiledi. Öğrenmek adına kendimde bir çaba fark ettim.	EA1
Bilgisayardaki materyal biyolojideki zor konulardan bir tanesi olan hücre bölünmeleri konularını öğretiminde gerçekten çok etkili oldu. Özellikle görseller filan çok hoştu.	EA3, EA4, KA7
Bu tür görsellerle birlikte işlenilince ders daha bir cazip hale gelerek dikkatimizi daha rahat vermemizi sağladı.	EA5, EA6, KA1, KA2

Tablo 48'in devamı

Konuları kolay bir şekilde anladığımı fark ettim.	KA6
Geçmişte bu konular çok zor geliyordu veya ezberlenmesi gerektiği için çok çaba harcıyorduk fakat unutuyorduk. Fakat bu şekilde görsellerle özellikle bilgisayarda bir program sayesinde öğrenilmesi çok zevkliydi.	EA2, EA7, KA3, KA4, KA5

Bilgisayar destekli materyaller kullanılarak yürütülen derslerin mülakatlara katılan öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun (EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6, KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA7) biyolojiye karşı tutumlarını değiştirdiği belirlenmiştir. Bu yöntem sayesinde öğretmen adaylarının konulara karşı ilgi ve meraklarının arttığını, dersi daha dikkatli takip etmeye başladıklarını ifade etmişlerdir. Bu soruyla ilgili olarak EA3, EA4, KA2 ve KA4 ile yapılan materyale yönelik mülakatlardan alıntılar karşılaştırmalı olarak aşağıda sunulmuştur.

A: *Mayoz bölünme konusunda bilgisayar ortamında materyallerin kullanılması biyoloji dersine karşı tutumunuzu değiştirdi mi?*

EA3: *Biyoloji dersine karşı tutumum değişti. Buradaki görsellerle birlikte verilmesi çok hoşuma gitti. Hoşuma gitmemin ötesinde konuyu daha iyi kavradığımı rahatlıkla söyleyebilirim. Geçmişte bu konu bana çok zor gelirdi. Fakat şimdi çok eğlenceli ve keyifli geldi. Aslında konunuda çok keyifli bir konu olduğunu daha yeni anladım. Çünkü önceden çok sıkıcı gelirdi. Ama şimdi daha rahat anladım ve zihnimde güzel yer ettiki arkadaşlarımla evde tekrar ettik.*

EA4: *Değiştirdiğine inanıyorum. Biyolojiyi sevdiğim dersler arasındaydı. Fakat bu kadar güzel bir materyalle anlatılacağını hiç düşünmemiştim. Materyaldeki videoyla, çeşitli karikatürlerle çok eğlenceli geldi. Bunları bilgilerle de birlikte anlatınca konuları anlamamız daha kolay hale geldi. Normalde sürekli tekrar ederek öğrenebiliyordum fakat bu şekilde bir öğretim konuları çok daha kolay anlamama ve zihnimde kalıcı olmasını sağladı.*

KA2: *Evet değiştirdi. Derslerin bu şekilde işlenmesi benim dikkatimi toplamama sağladı. Diğer türlü olsaydı sadece dinliyorduk veya derslere gelmiyordum. Çünkü sıkıcı geçiyordu. Ders bu şekilde değişik materyallerle süslenmeli. Böyle olunca daha çok dikkatleri çekiyor. Bu dersi ipe çekerek gelmesini bekledim.*

KA4: *Değiştirdiğini düşünüyorum. Bu derslerle biyolojiyi daha çok sevdim. Bana hitap ettiğini düşünüyorum. Direk olarak sadece yazımsal bilgi ile olmuyor öğretim. Bu şekilde anlatımla daha çok hoşuma gitti. Dersleri severek öğrendiğimi fark ettim ve daha eğlenceli gelmeye başladı.*

Materyale yönelik mülakatın ikinci sorusu olan “Derslerin bu şekilde yürütülmesi sizlere neler kazandırdı? Açıklayınız.” sorusu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 49’da sunulmuştur.

Tablo 49. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
2. Derslerin bu şekilde yürütülmesi sizlere neler kazandırdı? Açıklayınız.	
Bana çok şeyler kattığını düşünüyorum. Videolar, resimler beni derse motive etti. Daha kolay anladım.	KA1
Biyoloji dersine karşı çok fazla ilgim yoktu. Bilgisayar programı sayesinde öğrenmek biraz daha etkili oldu. Biyoloji dersini daha çok sevmeye başladım.	EA2
Normal biyoloji dersiden daha eğlenceli geçtiği için bana çok hoş ve öğretici geldi. Olaylara yorum katabilme gücümü artırdı. Yani resimler filan çok eğiticiydi. Bu görsel dijital ortama aktarılmasıyla bilgilerin zihinlerimizde daha kalıcı bir şekilde yer ettiğini anladım. Bu konu hakkında daha fazla bilgi öğrenme, araştırma ihtiyacını kendimde hissettim. Kendimi daha çok araştırmacı ruhu içinde olduğunu fark ettim.	EA1, EA3, EA7, KA6,
Bilgi hafızama çok şeyler kattığını düşünüyorum. Bunun yanında zihnimde kalıcılığı artırarak derse karşı şevkimin geliştiği gördüm.	EA5, EA6, KA7
Çok şey öğrendiğimi söyleyebilirim. Şunu da ifade etmek isterimki: Önceden bu konuları görmeme rağmen bu konular hakkında herhangi bir bilgimin olmadığını fark ettim. Derse karşı ilgimin artması beni çok mutlu ediyor.	EA4
Dersi bu şekilde bilgisayar görselleri ile birlikte işleyince derse karşı ilgim arttı. Daha çok öğrenmek için çabaladım, anlamaya çalıştım. Haliyle öğrenmede kalıcı oldu. Bilgisayardaki resimler, karikatürler ve animasyonlarla birlikte ders daha bir anlaşılır hale geldi. Arkadaşlarımla birlikte konuları birlikte öğrenmeye çalıştık. Tüm bunlardan dolayı dersten dolayı en ufak bir sıkılganlık yaşamadım.	KA4, KA3
Konun görsellerle bu şekilde süslenmesi dersin daha iyi anlaşılmasını sağlıyor. Renklerin vs. uyumu derse karşı düşüncemi değiştirdi.	KA2, KA5
Bilgisayar ortamında çeşitli göreseller kullanarak dersi öğrenmek gerçekten çok keyif vericiydi. Görseller gerçekten dikkatimizi derse vermimizi sağlayarak anlayışımızı ve konuları daha iyi kavramamızı sağladı. Bu şekilde keyifli bir ders işlediğimizi hatırlamıyorum doğrusu.	EA4

Bu soruyla ilgili olarak EA2 ve KA3 ile yapılan materyale yönelik mülakatlardan alıntılar karşılaştırmalı olarak aşağıda sunulmuştur.

A: *Derslerin bu şekilde yürütülmesi sizlere neler kazandırdı? Açıklayınız.*

EA2: *Biyoloji dersine karşı çok fazla ilgim yoktu. Bilgisayar programı sayesinde öğrenmek biraz daha etkili oldu. Biyoloji dersini daha çok sevmeye başladım. Bunun en önemli sebebi yukarıda ifade ettiğim gibi bilgisayar programları diyebilirim. Önceden biyoloji derslerine girmek pek istemiyordum. Bu dersin bu şekilde işlenmesi beni derse ısındırdı. Görsellerin, resimlerin animasyonların*

şekillerin güzel bir şekilde programa konulmasıyla derse daha iyi motive olmamı sağladı. Konuların daha çok detaylarını merak etmeye başladım. Haliyle bu bende derse karşı ilgiyi artırdı. Olayları bu şekilde resimlerle bağlamak ve karikatür halinde digital ortamda sunmak çok hoşuma gitti. Ve bu benim konuyu daha iyi öğrenmem sağladı.

KA3: Dersi bu şekilde bilgisayar görselleri ile birlikte işleyince derse karşı ilgim arttı. Daha çok öğrenmek için çabaladım, anlamaya çalıştım. Haliyle öğrenmede kalıcı oldu. Bilgisayardaki resimler, karikatürler ve animasyonlarla birlikte ders daha bir anlaşılır hale geldi. Arkadaşlarımla birlikte konuları birlikte öğrenmeye çalıştık. Tüm bunlardan dolayı dersten dolayı en ufak bir sıkılganlık yaşamadım. Olayların bu şekilde görsellerle anlatılması bana çok eğlenceli geldi. Kolay bir şekilde anlamamı sağladı. Önceki dersler daha çok tek düze anlatım şeklinde, renksiz geçiyordu. Bu şekilde resmedilerek görselleştirilmesi çok güzel. Bu şekilde farklı yöntemler kullanmak kuşkusuz bizimde anlatma yetimizi artıracağına inanıyorum.

Materyale yönelik mülakatın üçüncü sorusu olan “Dersleri işlerken bilgisayara dayalı yöntem ile mi, yoksa geleneksel yöntemlerle mi işlenmesini istersiniz? Sebebini de açıklayınız.” sorusu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 50’de sunulmuştur.

Tablo 50. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
3. Dersleri işlerken bilgisayara dayalı yöntem ile mi, yoksa geleneksel yöntemlerle mi işlenmesini istersiniz? Sebebini de açıklayınız.	
Yani burada kişinin bilip bilmediği önemlidir. Çünkü kişinin bilgisi olunca yöntem çokta farketmez diye düşünüyorum. Ama bilmeyen için tabiki de görsem materyallerin kullanıldığı yöntemler daha iyi.	EA1
Bu şekilde derslerin işlenmesi biyoloji konularının da daha iyi kavranılmasını sağlayacaktır. Bundan dolayı bilgisayara dayalı işlenmesinden yanayım. Bildiğimiz yöntemlerde dersler anlatılmıca sıkıcı oluyor ve anlaşılması gerçekten zor oluyor. Bu şekilde hem görerek hem de yaparak daha iyi öğrenilebilir. Görseller daha anlaşılır hale getiriliyor.	EA2
Şimdiye kadar dersleri hep geleneksel yöntemlerle işledik veya bilgisayar ile neredeyse hiç işlemedik. Tabi bir an da bu şekilde işleyince doğrusu şaşırдық. Önceden gösteriseydi çok iyi olurdu.	EA3
Tabii ki de derslerin bu şekilde işlenmesi çok güzel ve zevkli. Önceki anlatımlara nazaran sıkıcı değil tam tersine eğlenceli oldu. Bundan dolayı geleneksel yöntemlerden kurtulmak lazım.	EA4
Bu şekilde işlenmesi taraftarıyım. Artık sıradanlıktan kurtulmak lazım.	EA5
Gerçekten bu şekilde bilgisayarla eğitimi ve yöntemi çok beğendim. Çünkü bu konuyu anlama konusunda sıkıntı çekiyordum ki imdadıma böyle bir anlatım çıktı ve iyi anladığımı düşünüyorum. Aynı zamandan bizde öğrencilerimize anlatacağız. Yani konuyu çok iyi anlamalıyız ki çok iyi anlatabilelim.	EA6

Tablo 50'nin devamı

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
Elbette ki bilgisayara dayalı materyallerle konular işlense çok daha faydalı olur. İşlediklerimize bakarak çok faydalı olduğunu düşünüyorum. Örneğin videolu bir şekilde mayoz bölünmenin safhaları gerçekten çok hoştu. Bunun dışında safhaların resmedilerek anlatılması, oyun olsun çok faydalı ve zihinde kalıcı bir şekilde tasarlanmış olması konuyu daha iyi kavramamızı sağladı.	KA2, KA6
Bu yöntemin daha iyi olduğunu düşünüyorum. Çünkü bilgisayar en büyük sebep.	KA3
Dersi bu şekilde işlemek çok güzel en azından sadece not veya kitaptan değil de bilgisayardan işlenilmesi görsellerle birlikte öğrenmek çok daha etkili.	KA4, KA5
Bu yöntem her zaman için diğer yöntemlerden çok daha iyi. Görsel resimler, videolar hafızada daha çok kalıyor. Diğer yöntemlere göre bilgiyi daha rahat öğrenmiş oluyoruz.	EA7, KA1, KA7

Öğretmen adaylarının tümü derslerini bilgisayara dayalı yaklaşımla işlemek istediklerini dile getirmiştir. Adaylar derslere karşı daha istekli olduklarını, derslerin daha zevkli ve eğlenceli geçtiğini, derslerin sıkıcı ve monoton olmaktan çıktığını, bu dersler sayesinde konuları çok daha iyi anladıklarını, dersler içersinde farklı etkinlikler yapma imkânı sunduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra resimlerin, videolarla konu ve kavramları daha anlamlı bir hale getirdiği ve bu sayede öğrendiklerinin daha kalıcı olduğuna inandıkları için bu yaklaşımı tercih ettiklerini ifade etmişlerdir.

Materyale yönelik mülakatın dördüncü sorusu olan "Bilgisayara dayalı yaklaşımla yürütülen derslerde eksik gördüğünüz noktalar var mı? Varsa bunlar nelerdir?" sorusu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 51'de sunulmuştur.

Tablo 51. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
4. Bilgisayara dayalı yaklaşımla yürütülen derslerde eksik gördüğünüz noktalar var mı? Varsa bunlar nelerdir?	
Herhangi bir eksiklik olmadığını düşünüyorum. Çünkü gayet resimler ve bunlara göre hazırlanmış yazılar kısa ve net olması bilgimizi kalıcı hale getirdi. Özellikle konunun video haline getirilmesi ve şarkı yapılması çok hoşumuza gitti. Görseldeki renkler, karikatürler ve resimlerle birlikte derse karşı ilgilimiz daha çok arttı. Ve konuları yorumlama kapasitemizi artırdığına inanıyoruz.	EA1, EA2, EA3, EA5, EA6, EA7, KA1, KA2, KA3, KA5, KA6, KA7
Daha fazla karikatür, resim olabilirdi. Karikatürler derse karşı ilgimi çok fazla artırdı. Bundan dolayı bunlara çok daha fazla yer verilmesi gerekir.	EA4, KA3, KA4

Bu soruyla ilgili olarak EA3, EA6, KA2 ve KA3 ile yapılan mülakatlardan alıntılar karşılaştırmalı olarak aşağıda sunulmuştur.

- Bilgisayara dayalı yaklaşımla yürütülen derslerde eksik gördüğünüz noktalar var mı? Varsa bunlar nelerdir? (A)
- Dersler bu şekilde işlenmesi çok hoşuma gitti. Eksik olarak gördüğüm birşey hatırlamıyorum. Görseller beni mest etti. Özellikle şarkının olması bize konuya daha çok ısındırdı ve ilgimizi hep canlı tutmamızı sağladı. (Burada gülüyor) (EA3)
- Aslında çok güzel bir yöntem. Biraz zaman konusunda sıkıntı yaşar gibi oldum. Birazda ses vardı sınıfta. Onun dışında herşey çok güzeldi. (EA6)
- Materyalleri çok eğitici oldu. Videolar, resimler ve içerik çok akıcı, ders anlatım süreci, BDÖ materyali akış süreci akıcı ve güzel oldu. Bu yöntemle öğretimi çok beğendim. (KA2)
- Videolu anlatımla pekiştirme ve görsel öğelere yer verilmesi, oyun ve testlerle desteklenmesi çok iyi ve etkili oldu. Öğrenmem kolaylaştı ve konuyu daha iyi anlamamı sağladı. Zaten uygulama sırasında daha fazla soru sormaya başladık ve öğrenmeye daha hevesli olduk. (KA3)

Materyale yönelik mülakatın beşinci sorusu olan “Başka ne gibi etkinliklerle derslerin yürütülmesini istersiniz?” sorusu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 52’de sunulmuştur.

Tablo 52. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

5. Başka ne gibi etkinliklerle derslerin yürütülmesini istersiniz?	
Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
Görsellerle desteklenmesi, şarkılarla süslenmesi, metinlerdeki akıcılık çok iyi olmuş. Metinleri okurken zorlanmadık, daha fazla okuyarak bilgi almaya çalıştık. Metinlerin akışı ve uyumluluğu gayet iyi.	KA7, KA4
Derslerde bilgisayara dayalı materyallerin daha ön planda olmasını isterim. Çünkü fark ettik ki görerek ve anlayarak insan daha iyi öğreniyor.	EA2, EA6
Biraz daha fazla oyuna yer verilebilir bence. Oyun oynarken öğrenmeyi çok seviyorum.	EA7
Çok akıcı ve bilgi verici, anlaşılır ve açık olmuş. Bu metinler öğrenmeyi kolaylaştırdı.	KA6
Yani bu şekilde yeterli olduğunu söyleyebilirim. Bilgiyi resim, karikatür ve videolarla eğlenceli hale getirerek net ifadelerle göstermek anlatımı kalıcı hale getiriyor.	EA1, EA3, EA4, EA5, KA1, KA2, KA3, KA5

Öğretmen adayları bilgisayara dayalı yaklaşımla yürütülen derslerin çok güzel olduğunu ve çeşitli etkinlikler derse dahil edildiği için zengin bir öğrenme ortamı oluşturulduğundan bahsetmişlerdir. Farklı olarak konu içerisinde oyunlara daha fazla yer

verilmesi istenmiştir. Bu soruyla ilgili olarak EA3, EA7, KA2 ve KA6 ile yapılan materyale yönelik mülakatlardan alıntılar karşılaştırmalı olarak aşağıda sunulmuştur.

A: *Başka ne gibi etkinliklerle derslerin yürütülmesini istersiniz?*

EA3: *Aslında çalışma bilgisayar donanımı bakımından daha güçlü bir sınıfta yapılabilirdi. Bilgisayar ekranlarının büyük olması çok daha iyi olur. Yinede her şey için teşekkürler...*

EA7: *Biraz daha fazla oyuna yer verilebilir bence. Böyle hem daha eğlenceli hemde kavramları kavramamız daha kolay olur. Tabi bunun yanında oyun oynarken öğrenmeyi çok seviyorum.*

KA2: *Bence bu şekilde gayet iyi. Genel hatlarıyla mayoz bölünmenin her şeyini görebiliyorsun. Karikatür, resim, video, oyun yani daha ne olsun! Bunlar hep öğrenmedeki çekici yanlar. İnsanın bilmesede öğrenesi geliyor.*

KA6: *Çok akıcı ve bilgi verici, anlaşılır ve açık olmuş. Bu metinler öğrenmeyi kolaylaştırdı. Oradaki görseller filan genel olarak çok iyiydi. Çünkü ben önceden safhalar kısmını çok iyi anlamamıştım. Ama öğretimden sonra iyi anladığımı düşünüyorum.*

Materyale yönelik mülakatın altıncı sorusu olan “Mesleki yaşantınızda derslerinizi yürütürken bu yaklaşımı kullanmayı düşünür müsünüz? Niçin?” sorusu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 52’de sunulmuştur.

Tablo 53. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
6. Mesleki yaşantınızda derslerinizi yürütürken bu yaklaşımı kullanmayı düşünür müsünüz? Niçin?	
Bizler fen bilgisi öğretmeni olacağımız için bunlardan faydalanmamız gerekir. Öğrenciler bilgisayarı sever, dersi dinler, motive olur.	EA4, EA5, EA6, EA7, KA1, KA2, KA7
Evet düşünürüm. Bu şekilde derslerin işlenmesi ile öğrenciler derse daha istekli ve şevkli olacağına inanıyorum. Bu tür etkinliklerle dersi işlemek dersin hafızada kalıcılığını artıracaktır.	EA2
Yani evet. Ben bu konuyu çok rahat anladığımı düşünüyorum. Haliyle çok rahat bir şekilde de anlatabilirim. Önceden bize bu şekilde anlatsalardı çok daha rahat anlardım. Bundan dolayı bende bu yöntemi kullanmak çok isterim.	EA3
Meslek yaşantımda bu yönemi kullanmak isterim. Çünkü bu yöntemli dersleri anlatmak çok kolay. Ben neden kolay yöntem dururken zor yöntemi seçeyim ki? Hem burada öğrenciler çok rahat anlıyorlar ve dersler de sıkıcılıktan çıkmış oluyor.	KA3
Öğreneni sıkmayacak her yöntem anlatılabilir. Derse katılmak, sıkılmamak, dersten zevk almak bence önemli.	KA4

Tablo 53'ün devamı

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
Bu yöntem sayesinde konuları öğrenciler unutmamış olacaklar. Bu yöntem diğer yöntemlere göre kolay ve anlaşılır olduğu için öğrenciler tarafından seviliyor.	KA5
Bu yöntemi kullanırım. Çünkü öğretmen adaylarının ufuklarını, geleceklerini açması yönünden ve bu konuları bağdaştırmaları yönünden etkili.	KA6

Tüm öğretmen adayları mesleki yaşantılarında bu yaklaşımı kullanmayı düşündüklerini söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının bilgisayar ortamındaki öğretimi seveceğini, bu sayede derse motive olacaklarını, dersi dinleyeceklerini, derse karşı daha istekli ve daha katılımcı olacaklarını, öğrendiklerinin daha anlamlı ve daha kalıcı olacağını düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bu soruyla ilgili olarak EA2 ve KA4 ile yapılan materyale yönelik mülakatlardan alıntılar karşılaştırmalı olarak aşağıda sunulmuştur.

A: Mesleki yaşantınızda derslerinizi yürütürken bu yaklaşımı kullanmayı düşünür müsünüz? Niçin?

EA2: Evet düşünürüm. Bu şekilde derslerin işlenmesi ile öğrenciler derse daha istekli ve şevkli olacağına inanıyorum. Bu tür etkinliklerle dersi işlemek dersin hafızada kalıcılığını artıracaktır.

KA4: Öğreneni sıkılmayacak her yöntem anlatılabilir. Derse katılmak, sıkılmamak, dersten zevk almak bence önemli. Çünkü dersten zevk alınmayınca ders sıkıcı geçiyor ve hiçbir şey anlaşılıyor. Bu yöntemde öğrenende sıkılıcığı oluşturmaması yönüyle diğer düz anlatım yöntemlerinden daha çok uygun. Düz anlatımlar kuru bilgi şeklinde oluyor. Bilgisayar gibi görsellerle anlatılırsa öğrenciler derse daha iyi katılır, kendisini olayların içinde bulur ve daha iyi akılda kalır, kalıcılığı sağlar. Buradan da konuyu kolay kolay unutmaz ama düz anlatım olsa hemen unutulabilir. Görseller kalıcılığı önemli derecede etkiliyor.

Materyale yönelik mülakatın yedinci sorusu olan “Biyolojiye karşı bakışınız nasıl değişti? Düşünüyorsanız bunda ne etkili oldu?” sorusu ve bu soruya verilen cevaplar Tablo 54’te sunulmuştur.

Tablo 54. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Yapılan Mülakatın Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

7. Biyolojiye karşı bakışınız nasıl değişti?	
Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
Kitaplardaki bilgiler çok sıkıcı ve soyut. Önceden anlayamadığım ama duyduğum şeyleri öğrendim. Mesela bölünmenin mikroskopik görsellerini gördüm ve daha iyi anladım.	EA1

Tablo 54'ün devamı

Verilen Cevaplar	Öğretmen Adayının Kodu
Bu dersler sayesinde biyoloji bana daha zevkli ve anlaşılır geldi. Önceden ezber ve soyut bilgiler gözümü korkuturdu. Ancak bu derslerden sonra her şey daha anlaşılır ve somut halde gelmeye başladı.	EA3
Bu konular detaylı kısımları gerçek ezber gerektiriyor. Bizim gördüğümüz konular itibarıyla eğlenceli ve kolay ancak bazı konuları çok zor ve soyut. Bununla ilgili olarak biyoloji bölümünü veya öğretmenliğini bir ara düşünmüştüm fakat daha sonra birçok bilgi gerektirdiği için vaz geçmişim.	EA2, KA7
Biyoloji konularını pek sevmiyordum. Ama bilgisayar ortamında uğraşmak çok hoşuma gitti. Görsel birşeylerle uğraşmak hele bilgisayar ortamında oyunlu öğretim çok hoşuma gidiyor. Bu dersler biyolojiyi biraz sevmemi sağladı.	EA4, KA4
Çok fazla biyoloji konularıyla ilgilenmek istemiyorum.	EA5, KA5, KA1
Bu konuları ortaokuldan itibaren bilmek isterim. Şimdi düşünüyorum da bu konuda çok geç kalmışım. Önceden cevap veremiyordum ama şimdi iyi anladığımı düşünüyorum. Bundan dolayı biyolojiye karşı ilgimin arttığını düşünüyorum.	EA6, EA7
Kolay bir bölüm değil biyoloji. Çünkü biyolojinin diğer konularına bakıyorum hep ezber gerektiren veya öğrenilmesi için çok tekrar gerektiren konular gibi geliyor bana. Bundan dolayı biraz zor gibi. Bakış açım bu şekilde.	KA2
Biyolog olmak istiyordum aslında. Fakat ezber kısmını sevmiyorum. Bu derste ise bilgiyi ezberlemeden öğrendiğimiz için bu dersi sevdim. Çok zevkli geçti ve şunu öğrendim. Bilgi ezberlenmeden de öğrenilebiliyormuş. Bu yüzden bakışım iyi bir hale geldi.	KA3
Önceden sadece kitaplardan soyut bir şekilde öğrenirdik. Fakat şimdi şarkı, video ve resim gibi görsellerle öğretilmesi gerçekten bakış açımı değiştirdi ve konuları daha kolay öğrenmemi sağladı.	KA6

Öğretmen adaylarından 4 'ü (EA5, KA1, KA5, KA6) bu bölümde okumasalardı biyoloji ile ilgili bir bölümde okumak istediklerini söylemişlerdir. Yapılan uygulama sayesinde bilgisayara dayalı materyallerle öğrenmenin biyolojiye karşı daha sıcak bakmalarını sağladığı ve daha fazla ilgilerini çektiği, digital ortamda öğrenmenin çok hoşlarına gittiği, bu dersler sayesinde biyoloji daha zevkli ve anlaşılır hale geldiği için tercih edebileceklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları gelecek kaygısı taşıdıkları (çünkü biyoloji öğretmenliğinde çok az atama var) için düşünmediklerini söylemişlerdir. Düşünmediklerini söyleyen öğretmen adayları önceden biyolojiye karşı bu kadar da soğuk olmak istemediklerini, daha önceden bu konuyla ilgili bilgileri öğrenmiş olmak istediklerini, bazı şeyler için çok geç kaldıklarını, ama bu dersler sayesinde çok şey öğrendiklerini dile getirmişlerdir. Bu soruyla ilgili olarak EA2, KA1 ve KA6 ile yapılan materyale yönelik mülakatlardan alıntılar karşılaştırmalı olarak aşağıda sunulmuştur.

A: *Mesleki yaşantınızda derslerinizi yürütürken bu yaklaşımı kullanmayı düşünür müsünüz? Niçin?*

EA2: *Bu konular detaylı kısımları gerçek ezber gerektiriyor. Bizim gördüğümüz konular itibarıyla eğlenceli ve kolay ancak bazı konuları çok zor. Bununla ilgili olarak biyoloji bölümünü veya öğretmenliğini bir ara düşünmüştüm fakat daha sonra birçok bilgi gerektirdiği için vaz geçmişim.*

EÖ3: *Düşünürdüm. Bu dersler sayesinde biyoloji bana daha zevkli ve anlaşılır geldi. Önceden ezber ve soyut bilgiler gözümü korkuturdu. Ancak bu derslerden sonra her şey daha anlaşılır ve somut hale gelmeye başladı. Bence soyutluktan kurtulup somutlaşması ve görsellerin çok fazla yer verilmesi çok güzel bir durum..*

KA6: *Önceki yıllarda ve derslerde dersleri kitaptan öğrenirdik. Yani herhangi bir görsel anlatım vs. yoktu ve konular tamamen soyut gelirdi bana. Fakat bu anlatımla görsellere, şarkılara ve videolara yer verilmesi konunun daha iyi öğrenilmesini sağladı diye düşünüyorum.*

Bu sorunun devamında, verilen cevaplara göre biyolojiyi sevme derecelendirmeleri (0-5 arası) istenmiştir. Bu derecelendirmeler Tablo 55'te sunulmuştur.

Tablo 55. Öğretmen Adaylarının Materyale Yönelik Mülakatın Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

Verilen Cevaplar		Öğretmen Adayının Kodu
Önce	Sonra	
0	3	EA5
0	4	EA4
1	1	EA7
1	5	KA3, KA5
2	4	EA1, EA6, KA2
2	5	EA2, KA1, KA6
3	5	KA7
4	5	EA3, KA4

Tablo 55'den görüldüğü gibi, EA7 hariç, öğretmen adaylarının bilgisayara dayalı öğretimle yürütülen derslerden sonra biyolojiyi sevme derecelerinde artış olmuştur. EA7 kodlu öğretmen adayı önceki mülakatlarında da biyoloji dersini sevmediğini ifade etmiştir. Kız öğretmen adaylarının derslerden önce verdikleri puanların aritmetik ortalaması $X=2,14$; derslerden sonra verdikleri puanların aritmetik ortalaması $X=4,85$ iken, erkek öğretmen adaylarının derslerden önce verdikleri puanların aritmetik ortalaması $X=2,14$; derslerden sonra verdikleri puanların aritmetik ortalaması $X=4,42$ olarak hesaplanmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgular, araştırmanın alt problemleri doğrultusunda ele alınarak tartışılmaktadır. İlk olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının, hücre bölünmeleri ünitesi kapsamındaki; mayoz bölünme konularındaki bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışlarının neler olduğu ele alınmış, sonrasında bilgisayara dayalı olarak hazırlanan materyallerle yürütülen derslerin etkili olup olmadığı incelenmiştir. Son alt başlıkta ise deney ve kontrol gruplarındaki adayların mayoz bölünme konusunu öğrenmelerinin kalıcılığı arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı irdelenmiştir.

5. 1. Mayoz Bölünmede Geçen Temel Kavramlar ile İlgili Yanlışların Tartışılması

Mayoz bölünmeye ait ön test bulguları incelendiğinde deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının mayoz bölünme sonucunu; '*Bir ana hücre mayoz bölünme geçirdikten sonra dört yeni ana hücre oluşturur*', '*Bir ana hücre mayoz bölünme geçirdikten sonraki oluşan hücreler kaybolur*' şeklindeki yanlış ifadeleri içeren seçenekleri işaretledikleri görülmüştür. Gecikmiş ve son testlerde ise kontrol grubunda bulunan adayların bu yanlışları devam ederken, deney grubundakilerin doğru yapma oranlarının yüksekliği tespit edilmiştir (Bakınız Tablo 16). Buradan hareketle öğretmenden sonra deney grubu öğretmen adaylarının mayoz bölünme geçiren bir hücrenin durumunu daha iyi kavradıkları söylenebilir. Aydın (2011) yaptığı çalışmasında sekizinci sınıf öğretmen adaylarının mayoz bölünme sonucunda oluşan hücreler konusunda yanlışlara sahip olduklarını, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerle işlenen dersten sonra bu yanlışların giderildiğini ortaya koymuştur. Kara ve Yeşilyurt (2007a) yaptıkları çalışmada bu araştırmanın bulgularını destekleyen veriler elde etmişlerdir.

Bu sonuçlar materyale yönelik yapılan mülakatlarda da doğrulanmıştır. Mülakatın birinci sorusunda adayların mayoz bölünme sonucu oluşan hücreler hakkında dört yeni ana hücre oluştuğu (EA3, KA1 ve KA5), iki yeni hücre oluştuğu veya hücrelerden birisi diğerlerine göre küçük boyutlu olduğu (EA6, KA4 ve KA6) gibi alternatif fikirlere sahip oldukları belirlenmiştir. Tablo 42'ye (syf. 108) bakıldığında mayoz bölünme sonucunda iki yeni hücre oluştuğunu (EA2) söyleyen öğretmen adayı bu hücrelerinde aynı büyüklükte olduğunu ifade etmiştir. Aynı öğretmen adayı '*Oluşan iki hücrenin büyüklüğü de birbirine eşittir demıştır.*' Başka bir öğretmen adayı ise oluşan hücrelerden birinin diğerinden daha büyük olduğunu söylemiştir (EA6). '*Dört yeni ana hücre oluşur*' (KA1, KA5) diyen öğretmen adayları hücrelerin büyüklüğü konusunda soru sorulduğunda hücrelerin

büyükliklerinin birbirine eşit olmayabileceğini ifade etmişlerdir. *'Hücrelerden birisi diğerlerine göre küçük boyutludur'* diyen öğretmen adayları (KA4, KA6) üç tane hücre oluşma ihtimalinin olduğunu söylemişlerdir. Son mülakatlara bakıldığında ise EA1, EA4, EA5, KA2 ve KA3 numaralı öğretmen adayları mayoz bölünme sonucu dört yeni hücre oluşacağını; EA6 ve KA4 kodlu öğretmen adayları ise oluşan hücrelerin ana hücreden pek bir farkı olmadığını belirtmişlerdir. Bu bulgular kavram yanlışlarının değişime dirençli olduğunun bir göstergesi olarak sayılabilir. Coştu (2006) Ebenezer (2001) ve Saka (2006) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerdeki yanlışların kolay değişmediğini vurgulamışlardır.

Öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin tür içi kromozom sayısının sabit kalması üzerindeki etkisi ile ilgili bilgileri irdelendiğinde; *'Sonuçta iki yeni hücre oluşur.'*, *'Homolog kromozomlar arasında sinapsis olayı görülmez'* gibi yanlışlı cevaplara yöneldikleri görülmüştür (Bakınız Tablo 18). Uygulama sonrasında deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubu öğretmen adaylarına göre yüksek oranda doğru cevabı işaretledikleri tespit edilmiştir (Bakınız Tablo 18). Hatta kontrol grubunda cevap verme oranlarının hemen hemen hiç değişmediği ve gecikmiş testlerde de benzer durumun devam ettiği görülmüştür (Bakınız Tablo 18). Bu bulgular ışığında bilgisayara dayalı öğretim sürecinin, kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin öğrenilmesinde etkili olduğu düşünülebilir. Adıgüzel (2006) yaptığı çalışmasında öğretmen adaylarının mayoz bölünme sonucunda oluşan hücrelerde kromozom sayılarının sabit kaldığını ifade ettiklerini ortaya koymuştur. Aydın ve Balım (2013a) ise çalışmalarında öğretmen adaylarının canlıların kromozom sayıları ile gelişmişlik düzeylerinin ilişkili olduğunu ifade eden yanlışlar taşıdıklarını belirtmişlerdir. Lewis ve Wood-Robinson (2000) ve Sebitosi (2007) yaptıkları çalışmalarda; öğretmen adaylarının DNA, gen, kromozom gibi kavramlar hakkında bilgilerini ölçmüşlerdir. Bu araştırmada kromozom sayılarının canlıların gelişmişlik düzeyine göre değişim gösterdiklerini kromozomlarla ilgili kavramlarda yanlışlara sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışmalar, farklı kademelerdeki öğretmen adaylarının benzer yanlışlara sahip olduklarını ve bu yanlışların değiştirilemediğini ortaya koymaktadır.

Kromozomla ilgili yürütülen mülakatlar da, adayların bu konuda yanlışlığa sahip olduklarını desteklemiştir. Son mülakatlarda ise, adayların hemen hemen hepsi doğru cevap vermişlerdir.

Diğer başka soruda adayların, *'Kardeş kromatidlerin kutuplara çekildiği Mayoz-I evresidir'* yanlışlı ifadesini doğru olarak işaretledikleri tespit edilmiştir. Deney grubunun son test bulgularında bu oran yarıya düşerken, kontrol grubunda ise artış göstermiştir (Bakınız Tablo 27). Buradan hareketle kontrol grubunda anlatım ve soru-cevap şeklinde yürütülen öğretim sürecinin kavram yanlışlarının giderilmesi üzerinde etkili olmadığı söylenebilir. Mickle (1990) hücre bölünmeleri ile ilgili yaptığı çalışmasında "parmak

modelini” kullanmıştır. Uygulama sonucunda öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ile ilgili genel özellikleri öğrendiklerini ortaya koymuştur. Fen bilimlerinde okuyan öğrenciler üzerinde yapılan çalışmada hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanılgıları araştırılmıştır (Özdemir, 2008). Elde edilen sonuçlarda öğretmen adaylarında, bu çalışmadaki yanılgılara benzer yanılgılar var olduğu ortaya çıkmıştır. Bu yanılgılardan bazıları şu şekildedir: ‘*Mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner*’, ‘*Mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar.*’, ‘*Diploit bütün hücrelerde mayoz bölünme görülebilir*’.

Çeşitli canlılarda gerçekleşen çoğalma ve üreme ile ilgili durumların sınındığı soruya (22.soru); ön testte öğretmen adaylarının belli bir kısmı; son testte ise tamamı doğru cevabı vermişlerdir (Bakınız Tablo 37). “*İnsanda yaraların iyileşmesi*” seçeneğini ön testte deney grubundaki adayların bir kısmı işaretlerken son testte işaretleyen olmamıştır. Gecikmiş testte de deney grubundan hiçbir öğretmen adayının bu yanılgılı ifadeyi işaretlememesi öğretim sürecinin kalıcılığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Adayların mayoz bölünmenin “*planaryada ve eğreltilerde yenilenme*’yi sağlayacağı yanılgıları da giderilmiştir. Buradan hareketle, bilgisayara dayalı öğretim materyalinin öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin canlılardaki hangi durumlarda görüldüğü ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarını gidermede oldukça başarılı olduğu söylenebilir. Adaylarla yürütülen mülakatlarda, ‘*Ben bu konuyu çok rahat anladığımı düşünüyorum. Haliyle çok rahat bir şekilde de anlatabilirim. Önceden bize bu şekilde anlatsalardı çok daha kolay anlardım. Bundan dolayı bende bu yöntemi kullanmak çok isterim*’ (EA3), ‘*Meslek yaşantımda bu yönemi kullanmak isterim. Çünkü bu yöntemle dersleri anlatmak çok kolay. Ben neden kolay yöntem dururken zor yöntemi seçeyim ki? Hem burada öğrenciler çok rahat anlıyorlar ve dersler de sıkıcılıktan çıkmış oluyor*’ (KA3), ‘*Bu yöntemi kullanırım. Çünkü öğretmen adaylarının ufuklarını, geleceklerini açması yönünden ve bu konuları bağdaştırmaları yönünden etkili*’ (KA6) şeklinde görüşlerin ifade edilmesi bu durumu desteklemektedir.

Deney ve kontrol grubunun test sonuçları arasında istatistiksel olarak belirgin bir farkın olması bilgisayara dayalı etkinliklerin, kalıcı öğrenmede etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Konu ile ilgili olarak yürütülen mülakatlarda, öğretmen adayları ‘*bilgisayar ortamıyla birlikte görsellik sağlandığını, bilgilerinin daha kalıcı olacağına inandıklarını, ezberden ziyade digital ortamda görerek daha iyi öğrendiklerini ve olaylar arasında ilişki kurabildiklerini*’ belirten ifadeler kullanılmışlardır. Arıkan, Aydoğdu, Doğru ve Uşak (2006) yaptığı bilgisayara dayalı çalışmalarında öğretmen adaylarının görsellerle dersleri daha iyi öğrendiklerini ve derse dikkat düzeylerinde artış olduğunu ortaya koymuşlardır. Saka

(2006) yürüttükleri çalışmada bilgisayar materyallerinin öğretimde kalıcı etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada da adaylar, ders meteryallerinin görsel öğelerden oluşmasının, mikroskobik görüntülerle desteklenmesinin, dersi çekici ve zevkli hale getirdiğini belirtmişlerdir (Bakınız Tablo 53).

Bir öğretmen adayının *'Bana çok şeyler kattığını düşünüyorum. Videolar, resimler ve şarkı beni derse motive etti. Daha kolay anladım.'* (KA1). Başka bir öğretmen adayının ise *'Bu şekilde derslerin işlenmesi ile öğrenciler derse daha istekli ve şevkli olacağına inanıyorum. Bu tür etkinliklerle dersi işlemek dersin hafızada kalıcılığını artıracaktır.'* (EA2) şeklindeki cümleleri bu durumu desteklemektedir. Diğer taraftan mülakat yapılan tüm öğretmen adayları derslerin bilgisayar destekli materyellerle işlenmesi yönünde isteklerini de belirtmişlerdir. Bu konuda, EA2 kodlu öğretmen adayı: *'Bu şekilde derslerin işlenmesi biyoloji konularının da daha iyi kavranılmasını sağlayacaktır. Bundan dolayı bilgisayara dayalı işlenmesinden yanayım. Bildiğimiz yöntemlerde dersler anlatılımcı sıkıcı oluyor ve anlaşılması gerçekten zor oluyor. Bu şekilde hem görerek hem de yaparak daha iyi öğrenilebilir. Görseller daha anlaşılır hale getiriliyor.'* EA4 kodlu öğretmen adayı: *'Tabii ki de derslerin bu şekilde işlenmesi çok güzel ve zevkli. Önceki anlatımlara nazaran sıkıcı değil tam tersine eğlenceli oldu. Bundan dolayı geleneksel yöntemlerden kurtulmak lazım.'* KA6 kodlu öğretmen adayı ise *'Çok akıcı ve bilgi verici, anlaşılır ve açık olmuş. Bu metinler öğrenmeyi kolaylaştırdı.'* şeklindeki düşüncelerini açıklamışlardır (Bakınız Tablo 54).

Diğer taraftan, literatürdeki araştırma sonuçlarında da bilgisayara dayalı öğretimin öğretmen adaylarının derse karşı ilgilerini artırdığını, konuları öğrenmelerini kolaylaştırdığını ve konuları zihinlerinde kalıcı ve anlamlı hale getirdiğini ortaya koyan bulgular elde etmiştir (Akçay ve diğ., 2003ab; İşman, 2001a; Özdener ve Erdoğan, 2001a; Saka, 2006; Sezgin ve Köymen, 2002; Ünal, 2007; Yenitepe, 2002). KA3 kodlu öğretmen adayı *'Bu yöntemin daha iyi olduğunu düşünüyorum. Çünkü bilgisayar en büyük sebep'* EA7 kodlu öğretmen adayı *'Bu yöntem her zaman için diğer yöntemlerden çok daha iyi. Görsel resimler, videolar ve şarkı hafızada daha çok kalıyor. Böylelikle bilgiyi öğrenmiş oluyorum'* EA2 ve EA6 öğretmen adayları *'Derslerde bilgisayara dayalı materyallerin daha ön planda olmasını isterim. Çünkü fark ettik ki görerek ve anlayarak insan daha iyi öğreniyor'* şeklinde bu konudaki düşüncelerini ifade etmişlerdir.

Elde edilen bulgular, hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin genel özellikleri ile ilgili bazı yanlışlara sahip olduklarını, fakat öğretim sonrasında deney grubunda bu yanlışların belirgin derecede azaldığını ortaya koymaktadır. Diğer bir ifade ile çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, bilgisayara dayalı öğretim materyallerinin kullanılmasının öğretmen adaylarının mayoz

bölünmenin genel özellikleri ile ilgili anlamalarını geliştirdiği ve onların öğretim öncesinde sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermede oldukça başarılı olduğu söylenebilir.

5. 2. Mayoz Bölünmenin Safhaları ile İlgili Yanılgıların Tartışılması

Testteki 2, 6, 7, 8, 14, 16. ve 18.sorular ile öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin safhalarından olan profaz, metafaz, anafaz ve telofaz evreleriyle ilgili öğrenci anlamaları araştırılmıştır.

İkinci soruda, kromozomların kendilerini tetrat olarak eşlediği safha sorulmuştur. Deney grubu ön testte metafaz-I, anafaz-I, profaz-II ve interfazın bulunduğu yanlış seçenekleri işaretlemişlerdir (Bakınız Tablo 17). Son testte ise yanlış ifadelerin işaretlenme oranları azalmış ve adayların büyük kısmı doğru ifade olan profaz-I evresini seçmişlerdir (Bakınız Tablo 17). Kontrol grubunda ise sorunun doğru cevaplanma oranları ön, son ve gecikmiş testlerde çok az değişiklik göstermiştir. Bu bulgular doğrultusunda, deney grubundaki adayların kontrol grubundakilere göre konuyu daha iyi kavradıkları ve başarılarının daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu sonuç materyalin etkisine yönelik yürütülen mülakatlarla da desteklenmektedir (Bakınız Tablo 49). Alkan ve diğ. (2016) yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının mayoz bölünmedeki geçen tetrat kavramını öğrenme durumlarını araştırmış ve bu çalışmanın bulgularına paralel veriler elde etmiştir.

Anafaz-I sorusu ile ilgili yürütülen mülakatlarda, öğretmen adaylarının '*Kromatitlerin ayrıldığı evredir, daha sonra bölünme gerçekleşir; sitoplazma bölünmesi gerçekleşir; kromatidler sentromerleri ile bir aradadır; kromozomlar sentromerleri ile iğ ipliklerine tutunurlar; çekirdek zarının erimesi ve iğ ipliklerinin oluşması gerçekleşir*' biçiminde cevap vermeleri kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise, öğretmen adayları anafaz-I evresinde homolog kromozomların (eşlenmiş haliyle) biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılacağını, kardeş kromatidleri bir arada tutan sentromerlerin daha parçalanmamış olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda dirençli olan kavram yanlışlarının geleneksel öğretim metodları ile giderilmesinin çok zor olduğu ifade edilmiştir (Ecevit ve Özdemir-Şimşek, 2017; Saka ve Akdeniz, 2004; Tatar ve Cansüngü Koray, 2005). Sonuçlara bakıldığında, deney gurubundaki adayların büyük bir çoğunluğunun alternatif kavramlarını değiştirdikleri, kontrol grubundakilerin çoğunluğunun bilmediklerini belirtmiş, bir kısmında önceki fikirlerinin devam ettirdiği görülmüştür.

Kavramsal problemlerin her kademedede devam etmesi yeni öğretim yöntemlerinin kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Gelecekte bu tür sıkıntıların, sorunların yaşanmaması için adayların şimdiden yeterli bilgi birikimine sahip olacak şekilde yetiştirilmeleri gerekmektedir.

Telofaz-I safhasının sorulduğu ön kavramlara yönelik mülakat sorusunu, EA1, KA2, KA3 ve KA5 dışındaki öğretmen adayları yanlış cevaplandırmışlardır (Bakınız Tablo 21). EA2 kodlu öğretmen adayı, '*iğ ipliklerinin çekileceğini*', EA3, '*sentoremerlerin parçalacağını*', EA4 ve KA4, '*kromatitlerin görülmediğini*' belirtmişlerdir. Diğer taraftan EA5, EA6, KA1 ve KA6 kodlu öğretmen adayları soru hakkında herhangi bir bilgi sahibi olmadıklarını ifade etmişlerdir. Bu bulgulara göre adayların kavram yanılgılarına sahip oldukları ve kavramları birbirine karıştırdıkları düşünülmektedir. Deney grubuna ait son mülakatlarda ise, tüm öğretmen adayları telofaz-I safhasını doğru bir şekilde açıklamışlardır. Kontrol grubunun ise önce ve sonraki fikirleri arasında bir değişim olmadığı görülmüştür. Buradan hareketle deney grubunda yürütülen bilgisayara dayalı öğretim sürecinin kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğu söylenebilir. Çağırın (2008), Daşdemir ve Doymuş (2012), Kara (2007) ve Saka (2006) yaptığı çalışmalarında benzer bulguları ortaya koymuşlardır.

Testin altıncı sorusunda, öğretmen adaylarının homolog kromozomlar ile ilgili kavram yanılgıları araştırılmıştır. Profaz-II evresiyle ilgili soruda adaylar '*Homolog kromozomlar biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılır*', '*Krossing-over olayı bu safhada gerçekleşir*', '*Homolog kromozomlar yan yana gelir*' ve '*Eşlenmiş kromozomlar sıra halinde, ekvator bölgesinde dizilirler*' şeklindeki yanılıklı seçenekleri işaretlemişlerdir (Bakınız Tablo 21). Son testte ise deney grubundaki öğretmen adaylarının büyük kısmı '*Kromatinler kısalıp kalınlaşarak kromatid halini alarak her bir kromozom iki kromatidli hale gelir*' doğru cevabını seçmişlerdir (Bakınız Tablo 21). Gecikmiş testte de bu oran yaklaşık olarak devam etmiştir. Kontrol grubunda ise ön ve son test sonuçlarının birbirine yakın oldukları görülmüştür (Bakınız Tablo 21). Bu bulgular materyalin kullanıldığı öğretim sürecinin adayların profaz-II evresinde gerçekleşen olaylarla ilgili oluşan kavram yanılgılarını düzelttiği şeklinde yorumlanmıştır.

Profaz-II safhası ile ilgili soruya ilişkin ön mülakatlarda deney grubundaki öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu yanlış açıklamaları yapmışlardır. Bu yanlış açıklamaların konu ile ilgili kavram yanılgılarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde de bilgi eksikliklerinden dolayı öğretmen adaylarının kavram yanılgılarına düşebildikleri belirtilmiştir (Ayas ve Özmen, 2002; Coştu, 2006; Saka, 2006). Bilgi eksikliği olan öğrencilerin kavramları yanlış yapılandırdıkları ifade edilerek bu sonuç desteklemiştir. (Ayas ve Özmen, 2002; Coştu, Ayas ve Ünal, 2007; Güneş, Dilek, Demir, Hoplan ve Çelikoğlu, 2010; Saka, 2006; Şendur, 2012). Son kavramlara yönelik mülakatlarda ise, adayların hemen hepsi profaz-II ile ilgili soruya doğru cevap vermişlerdir. Kontrol grubunda ise adayların önceki fikirlerine göre herhangi bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Çeşitli araştırmacılar da bilgisayara dayalı materyallerin soyut kavramların öğrenilmesini

kolaylaştırdığını ve öğrenenlerin üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduklarını ortaya koymuşlardır (Lewalter, 2003; Lowe, 2003; Powel-Aeby ve Carpenter-Aeby, 2003; Saka ve Akdeniz, 2006).

Kavrama testinin 7. ve 16. maddelerinde profaz-I evresi ile ilgili sorulan soruya adayların çoğunlukla cevap veremedikleri görülmüştür. Bu durumun konu ile ilgili bilgi yetersizliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yürütülen mülakatlarda da adayların yanlış ifadeler kullandıkları görülmüştür (Bakınız Tablo 47). Kara (2013) ve Saka (2006) da çalışmalarında da öğretmen adaylarının bilgi eksikliklerinden dolayı alternatif kavramlara yönelebildiklerini ifade etmişlerdir.

Testin 7.sorusunda deney grubundaki adaylar ön testte yanlış cevap verirken, son testte büyük oranda doğru cevabı işaretledikleri görülmüştür. Kontrol grubunda ise ön ve son test sonuçları birbirine yakın çıkmıştır (Bakınız Tablo 22). Buna göre kontrol grubunun profaz-I evresi ile ilgili bilgileri iyi kavrayamadıkları düşünülmektedir. Testin 16.sorusunda profaz-I evresinde gerçekleşen olaylar sorulmuştur. Ön testte verilen cevaplar incelendiğinde, deney ve kontrol grubundaki adayların soruyu doğru cevaplama oranlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir (Bakınız Tablo 31). Son test sonuçlarında ise deney grubundaki adayların kontrol grubundakilere göre doğru cevap verme yüzdelerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Bakınız Tablo 31). Kalıcılık testi olarak uygulanan gecikmiş testte, deney ve kontrol gruplarındaki adayların kavramsal anlama düzeylerinin, son testten daha yüksek olduğu görülmüştür. Aydın (2011) yaptığı çalışmasında ilköğretim sekizinci sınıf öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanlışlarını incelerken deney ve kontrol grubunda son testlerin geciktirilmiş testlere göre daha düşük değerde çıktığını tespit etmiştir.

Profaz-I safhası ile ilgili yürütülen ön mülakatlarda, sadece 2 öğretmen adayı (KA3, KA5) doğru cevap verirken, EA1 ve KA1 kodlu adaylar '*kromatitlerin birbirinden ayrıldıklarını*', başka bir aday (EA3) '*çekirdek bölünmesinin gerçekleşeceğini*', EA4 ve KA2 kodlu öğretmen adayları '*iki sıra halinde ekvator düzlemine yerleşeceklerini*', diğer bir aday (EA6) '*zıt kutuplarda kardeş kromozomların görüleceğini*', KA4 kodlu aday ise '*yeni hücrelerin oluştuğunu*' söyleyerek alternatif fikirler içeren açıklamalarda bulunmuşlardır (Bakınız Tablo 47). Adayların soyut kavramlardan oluşan konuyu tam kavrayamamalarından dolayı kavram yanlışlarının oluştuğu düşünülmektedir. Önceki öğretim kademelerinde de sağlam bir alt yapının oluşturulmaması da kavramayı zorlaştırabilmektedir. Bilgisayara dayalı materyallerin uygulamasından sonra yürütülen son mülakatlarda, tüm adayların profaz-I evresini (*Bu safha sonucunda çekirdekçik ve çekirdek zarı kaybolur. Sentrozomlar birbirlerini eşleyerek iğ ipliklerini oluşturur ve zıt kutuplara çekilir. Homolog kromozomlar yanyana gelerek 4'lü kromatit yapılarını oluşturur*)

doğru bir şekilde açıklamışlardır. Bu olumlu gelişmenin profaz-I evresine ve ona bağlı kavramlara yönelik hazırlanan video, resim ve şarkı gibi görsellerle desteklenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, ilerleyen konularla birlikte safhalar arasındaki farkların tartışılmasının konunun daha iyi anlaşılmasını sağladığı düşünülmektedir. Buradan hareketle kavram yanılgılarının giderilmesinde şarkı, resim ve video gibi tekniklerin öğrenmeyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşılabilir.

Kavrama testinin 18. sorusunda adayların metafaz-I ve metafaz-II evresiyle ilgili bilgileri irdelenmiştir. Ön testte deney ve kontrol grubundaki adaylar yanılgılı ifadeleri işaretlemişlerdir (Bakınız Tablo 33). Gecikmiş testte deney grubundaki doğru cevap oranı yüksek çıkarken, kontrol grubunda ön teste göre oldukça düşük çıkmıştır. Bu bulgu bilgisayara dayalı materyallerde kullanılan görsellerin konunun zihinlerde kalıcı hale gelmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen veriler, çalışmada kullanılan öğretim materyallerinin adayların mayoz bölünme safhaları ilgili genel bilgilerini geliştirdiğine ve başarılarını artırdığına işaret etmektedir. Bunun yanı sıra, öğretim sonrası deney grubu öğretmen adaylarının sadece başarılarında bir artış gözlenmemiş, bu alanla ilgili yanılgılara sahip olan adayların yüzdelerinde de azalmalar olmuştur (Bakınız Tablo 33 ve Bakınız Tablo 40). Araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarında öğretmen adaylarının mayoz bölünmenin safhaları konusunda anlama güçlükleri çektiklerini, safhalarda gerçekleşen olayları kavramada zorlandıklarını ve kavramları çok iyi bilmediklerini ortaya koymuşlardır (Dikmenli, 2010; Knippels, Waarlo ve Boersma, 2005; Laçin-Şimşek ve Karataş, 2013).

Materyale yönelik yürütülen mülakatlarda metafaz-I evresi sorulduğunda (7. soru), diğer safhalarla bu safhanın birbirine karıştırıldığı tespit edilmiştir. EA1'in '*Kardeş kromatitlerin ayrılması gerçekleşir*' KA5 ve EA3'ün ise '*Homolog kromozoların eşleştiği evredir*' biçimindeki cevaplarından da safhaların karıştırıldığı görülmektedir. Diğer öğretmen adayları (EA2, EA4, EA5, EA6, KA1, KA2, KA3, KA4, KA6) cevabı bilmediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının safhalar konusunu karıştırmaları şeklinde ortaya çıkan alternatif kavramlara benzer bir çalışma da Saka (2006) tarafından yürütülmüştür. Bu soruya, ön mülakatlarda hiçbir aday doğru cevap veremezken, son mülakatlarda 7 öğretmen adayı (EA1, EA2, EA3, EA4, EA5, EA6, KA1, KA2, KA3, KA5) doğru cevaplamıştır (Tablo 19). Bazı öğretmen adaylarının (KA4, KA6) alternatif fikirlerinde bir değişim olmamasının nedenlerden birinin bilgisayara dayalı materyalleri zamanında kullanmaması ve derse aktif katılamaması olduğu söylenebilir.

Materyale yönelik mülakatların beşinci sorusunda (Bakınız Tablo 56) bir öğretmen adayı '*Çok akıcı ve bilgi verici, anlaşılır ve açık olmuş. Bu metinler öğrenmeyi kolaylaştırdı. Oradaki görseller filan genel olarak çok iyiydi. Çünkü ben önceden safhalar*

kısmını çok iyi anlamamıştım. Ama öğretimden sonra iyi anladığımı düşünüyorum.' (KA6), *'Görsellerle desteklenmesi, şarkılarla süslenmesi, metinlerdeki akıcılık çok iyi olmuş. Metinleri okurken zorlanmadık, daha fazla okuyarak bilgi almaya çalıştık. Metinlerin akışı ve uyumluluğu gayet iyi.'* şeklinde cevaplar vererek kavram yanılgılarının giderilmesinde şarkı, resim ve videoların önemli etkilerinin olduğu vurgulanmıştır.

Testteki 4, 9, 17 ve 25.sorular yoluyla mayoz bölünmenin önemli kavramlarından olan kromozom kavramı ile ilgili öğretmen adaylarını anlamaları araştırılmıştır. Testin dördüncü sorusunda *'Hücre bölünmesi sırasında kromozomlar kısalıp kalınlaşır ve her canlı türünün hücrelerindeki kromozom sayısı belli ve sabittir'* doğru cevabını işaretlemeleri beklenmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adayları *'Kromozomların kutuplara çekilmesinden sonra olur diye biliyorum'*, *'Doğrudan krossing-over ile alakalı değildir'*, *'Kromozomların kutuplara çekilmesinden sonra olur diye biliyorum'* şeklindeki yanılı ifadeleri işaretlemişlerdir (Bakınız Tablo 16). Geciktirilmiş test ile ön test puanları arasında bir kıyaslama yapıldığında deney grubu öğretmen adaylarının lehine bir artış olduğu görülmektedir (Bakınız Tablo 16). Bu sonuca göre bilgisayara dayalı materyallerin öğrenme üzerindeki etkisinin önemli ve kalıcı olduğu söylenebilir. İlgili literatürde de eş değer bulgulara ulaşılmıştır (Aydın, 2011; Lee, 2002; Saka, 2006; Tsai and Chou, 2002; Ünal, 2007).

Yapılan mülakatlarda da bu bulguyu destekleyen sonuçlar ortaya çıkmıştır. EA2 kodlu öğretmen adayının mülakatın altıncı sorusundaki *'Bu şekilde derslerin işlenmesi ile öğrenciler derse daha istekli ve şevkli olacağına inanıyorum. Bu tür etkinliklerle dersi işlemek dersin hafızada kalıcılığını artıracaktır'* ifadesi materyallerin öğretimde kalıcı etkisi olduğunu göstermektedir.

Testin dokuzuncu sorusunda mayoz bölünmenin kalıtsal varyasyonlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ön testte, deney ve kontrol grubunun büyük çoğunluğunun kavram yanılı seçenekleri işaretledikleri; en fazla *'mayoz bölünme ile kromozom sayısı korunur'* ifadesinin işaretlendiği görülmektedir (Bakınız Tablo 19). Son testte ise deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubu öğrenen adaylarına göre başarılarında önemli ölçüde artışlar meydana gelmiştir. Bu bulgu öğretmen adaylarının mülakatlarında da görülebilmektedir. Özellikle EA7, KA1, KA7 kodlu öğretmen adayları resim video gibi görsellerle bu konuları daha iyi anladıklarını ifade etmelerinden, materyalin görsel kısımlarının etkili olduğu söylenebilir (Bakınız Tablo 49).

Testteki 5., 17. ve 23'üncü sorularla, adayların homolog kromozom kavramı ile ilgili anlamaları araştırılmıştır. Ön ve son test sonuçları incelendiğinde deney grubunun doğru cevap oranları arasında önemli bir fark olduğu ve kavram yanılgılarının önemli derecede giderildiği görülmektedir. Kontrol grubunda ise bu değişimin çok az olduğu dikkat

çekmektedir (Bakınız Tablo 21). Bilgisayara dayalı öğretim sürecinde kullanılan görsellerin ve şarkının öğretmen adaylarının anlamalarında önemli bir artış sağladığı ve hatırlamalarını kolaylaştırdığı söylenebilir. Yürütülen mülakatlardan elde edilen bulgularda bu durumu desteklemektedir. *'.....Öğrenciler bilgisayarı sever, dersi dinler, motive olur'* (KA7), *'Bu yöntem sayesinde konuları öğrenciler unutmamış olacaklar. Bu yöntem diğer yöntemlere göre kolay ve anlaşılır olduğu için öğrenciler tarafından seviliyor'* (KA5) şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Literatür incelendiğinde, araştırmanın bu bulgularını destekleyen çalışmalara rastlanmaktadır (Aydın, 2011; Coştu, 2006; Kikas, 2004; Saka, 2006).

Öğretmen adaylarının "sentrozom" kavramı ile ilgili anlamaları incelendiğinde kontrol grubundakilerin doğru cevap oranının ön, son ve geciktirilmiş test bulgularında neredeyse aynı kaldığı; deney grubundakilerin ön ve son test sonuçlarında ciddi fark olduğu yorumlanmıştır (Bakınız Tablo 22). Özay (2008) yaptığı çalışmasında dokuzuncu sınıf öğretmen adaylarının büyük bir kısmının sentrozom ve sentromer kavramlarını ayırt etmekte zorlandığını tespit etmiştir. Yaptığı çalışma ile bu bulguyu destekleyen bir sonuç ortaya çıkmıştır. Deney grubundaki öğretmen adaylarının son test yüzdelerine bakıldığında, sentrozom kavramını, kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre daha iyi kavradıkları söylenebilir. Bu durumun materyaldeki yazılı görsellerden ve şarkıda geçtiği için kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu bulgular bütünüyle değerlendirildiğinde, uygulama sonrasında kontrol grubundakilerin deney grubundaki öğretmen adaylarına göre kavram yanlışlarının devam ettiği görülmektedir. Bu bağlamda, anlatım ve soru cevap ile desteklenen derslerin adayların kavram yanlışlarının giderilmesinde yeterince etkili olmadığı söylenebilir. Alan yazın taramasında (Adıgüzel, 2006; Akyürek ve Afacan, 2013; Kılıç ve diğ., 2009; Kirkpatric ve diğ., 2002; Krüger ve diğ., 2006; Lewis ve diğ., 2000; Özdemir, 2008; Saka ve Cerrah, 2004) farklı kademelerdeki öğretmen adaylarının benzer kavram yanlışlarının tespit edildiği görülmüştür. Deney grubunda ise materyalde yer alan görsellerin, video ve şarkıların etkili olduğu yanlışların giderilmesinde etkili olduğu ve hatırlamayı kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Mülakatlarda bir öğretmen adayının *'Önceki yıllarda ve derslerde dersleri kitaptan öğrenirdik. Yani herhangi bir görsel anlatım vs. yoktu ve konular tamamen soyut gelirdi bana. Fakat bu anlatımla görsellere, şarkılara ve videolara yer verilmesi konunun daha iyi öğrenilmesini sağladı diye düşünüyorum'* (KA6) şeklindeki açıklaması, konuların kitaplardaki soyut bilgilerden ziyade somut bir şekilde görsellerle desteklenerek öğretilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Bakınız Tablo 58).

5. 2. 1. Crossing-Over Kavramı ile İlgili Yanılgıların Tartışılması

Kavrama testinin on üçüncü sorusunda crossing over sorulmuştur. Ön testte deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının büyük kısmı yanılgılı seçenekleri işaretlemişlerdir. Son testte ise deney grubu öğretmen adaylarının büyük bir kısmı doğru cevap verirken kontrol grubundaki adayların yanılgılı seçenekleri işaretlemeye devam ettikleri görülmüştür (Bakınız Tablo 29). Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının, crossing-over kavramı ile mayoz bölünme arasındaki ilişkileri iyi kuramadıkları, bu kavramlara ilişkin kavram yanılgıları ve bilgi eksiklikleri taşıdıkları belirlenmiştir (Bakınız Tablo 29, Tablo 44). Deney grubundakilerin ise, bu kavramlar arasındaki ilişkiyi daha iyi kavradıkları tespit edilmiştir. Bilgisayara dayalı öğretim materyalinde izlenen video ve resimlerin kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin öğrenilmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Yürütülen mülakatlarda öğretmen adayları '*crossing-over metafaz-I evresinde gerçekleşir*', '*mayoz bölünmede crossing overın görülme ihtimali düşüktür*', '*kardeş olmayan kromatidler arasında crossing-over gerçekleşemez*' şeklinde açıklamalar yaparak yanılgılı fikirlere sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Öğretmen adaylarının parça değişimi fikrine sahipmiş gibi görünseler de tam olarak kavrayamadıkları ve parça değişimi ile genetik bilgilerin birbirine karışmalarıyla oluşan yeni kombinasyonları anlamakta zorlandıkları söylenebilir.

Crossing overın hangi hücrede gerçekleştiği ile ilgili olarak da deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının büyük kısmı ön testte yanılgılı seçenekleri işaretlemişlerdir. Literatürde de farklı öğretim kademelerinde benzer yanılgıların görüldüğü tespit edilmiştir (Aksakal ve diğ., 2015; Atılboz, 2004; Emre ve Bahşi, 2006; Özay, 2008; Saka, 2006). Son testte bu soruya deney grubu öğretmen adaylarının büyük bir kısmı doğru cevap verirken kontrol grubundakiler yanlış seçenekleri işaretlemeye devam etmişlerdir (Bakınız Tablo 31). Bu bulgular, bilgisayara dayalı öğrenmede kalıcı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Yalın (2003) çalışmasında öğretimde kullanılan materyallerin birden çok duyu organına hitap etmesinin başarıyı arttırdığını tespit etmiştir.

Öğretim sonrası yürütülen mülakatlarda adayların; '*Önceden bilmediğim ama duyduğum şeyleri öğrendim. Mesela bölünmenin mikroskobik görsellerini gördüm ve daha iyi anladım*' (EA1), '*Bu dersler sayesinde biyoloji bana daha zevkli ve anlaşılır geldi. Önceden ezber bilgiler gözümü korkuturdu. Ancak bu derslerden sonra her şey daha anlaşılır gelmeye başladı*' (EA3), '*Bu dersler sayesinde biyoloji bana daha zevkli ve anlaşılır geldi. Önceden ezber bilgiler gözümü korkuturdu. Ancak bu derslerden sonra her şey daha anlaşılır gelmeye başladı*' (EA6), '*Kolay bir bölüm değil biyoloji. Çünkü biyolojinin diğer konularına bakıyorum hep ezber gerektiren veya öğrenilmesi için çok tekrar gerektiren konular gibi geliyor bana. Bundan dolayı biraz zor gibi. Bakış açım bu*

şekilde (KA2), *'Biyolog olmak istiyordum aslında. Fakat ezber kısmını sevmiyorum. Bu derste ise bilgiyi ezberlemeden öğrendiğimiz için bu dersi sevdim. Çok zevkli geçti ve şunu öğrendim. Bilgi ezberlenmeden de öğrenilebiliyormuş. Bu yüzden bakışım iyi bir hale geldi'* (KA3) şeklinde açıklamalarda bulunmaları bu durumu doğrulamaktadır.

Bir öğretmen adayı, *'Bu konuları ortaokuldan itibaren bilmek isterim. Şimdi düşünüyorum da bu konuda çok geç kalmışım. Önceden cevap veremiyordum ama şimdi iyi anladığımı düşünüyorum. Bundan dolayı biyolojiye karşı ilgimin arttığını düşünüyorum'* (EA7) şeklindeki düşüncesini ifade etmiştir. *'Biyoloji konularını pek sevmiyordum. Ama bilgisayar ortamında uğraşmak çok hoşuma gitti. Görsel birşeylerle uğraşmak hele bilgisayar ortamında oyunlu öğretim çok hoşuma gidiyor. Bu dersler biyolojiyi biraz sevmemi sağladı'* (EA4, KA4) şeklinde açıklamalar yapmışlardır. Bu açıklamalara göre bilgisayara dayalı materyallerle yürütülen derslerin ve materyallerin öğrenci merkezli yapılmasıyla dersleri daha ilgi çekici hale getirdiği ifade edilebilir. Bununla ilgili literatürde benzer sonuçlar bulunmaktadır.

Kontrol grubundaki adaylar ise *"konuların zihinlerinde anlamlı ve kalıcı bir şekilde yerleşmediğini, derslerde daha çok ezbere kaçan yöntemlerin kullanıldığını"* ifade etmişlerdir. *"Çözüm olarak derslerin görsel materyallerle, şarkılarla işlenmesi durumunda bilgilerin anlamlı hale gelerek öğrenmelerinin gerçekleşeceğini"* belirtmişlerdir. Literatür incelendiğinde bu yorumlara benzer sonuçlar olduğu gözlemlenmiştir (Halis, 2002; Saka, 2006; Ünal, 2007).

5. 2. 3. Kalıtsal Çeşitlilik ile İlgili Yanılgıların Tartışılması

Kavrama testinin yirminci sorusunda ön testte, deney ve kontrol grubunun kalıtsal çeşitliliği sağlayan olayları *'Kardeş kromatitlerin ayrılması'* ve *'Sinapsis'* olarak işaretlemeleri kavram yanılgılarına olduklarını ortaya koymaktadır (Bakınız Tablo 35). Geciktirilmiş testlerde ise deney grubundaki adayların tamamı doğru cevap verirken, kontrol grubundakilerin puanlarının son teste göre düşüş olduğu görülmektedir. Aydın (2011), Saka (2006), Ünal ve diğerleri (2001), yürüttükleri çalışmalarında düz anlatım yönteminin öğretmen adaylarının mayoz bölünmesi ile ilgili kavramları anlamaları noktasında etkili olmadığını ortaya koymuşlardır. Deney grubu öğretmen adaylarının tümünün soruya doğru cevap vermelerinde bilgisayara dayalı materyalde yer alan görsellerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Adayların mülakat bulguları da test sonuçlarını desteklemektedir. Kalıtsal çeşitlilik ile ilgili olarak adaylar eksik ve yanılgılı açıklamalar yapmışlardır. KA2, KA5, EA4, EA5 kodlu öğretmen adayları kalıtsal çeşitliliğin krossing over ile alakalı olmadığını, EA6, KA1, KA4, KA6 kodlu adaylar ise hiçbir fikirlerinin olmadığını belirtmişlerdir (Bakınız Tablo 46). Aydın

(2011), Saka (2006) ve Ünal ve diğerleri, (2001), yaptıkları çalışmalarında öğretmen adaylarının kalıtsal çeşitlilikle ilgili kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Mayoz bölünmenin hangi durumlarda gerçekleştiği araştırılan soruya ön testte deney ve kontrol grubunun '*Planaryada yenilenme*', '*Eğretilerde yenilenme*', '*İnsanda yaraların iyileşmesi*', '*Omurgalılarda büyüme ve gelişme*' gibi cevaplar vermesi yanılgılara sahip olduklarını göstermektedir (Bakınız Tablo 37). Geciktirilmiş testte deney grubu öğretmen adaylarının tamamı doğru cevap vermeye devam ederken, kontrol grubundakilerin puanlarında düşüş olduğu görülmüştür. Bu durum, uygulanan bilgisayara dayalı materyalin içerisinde yer alan çeşitli görsellerin öğretmen adaylarının kavramlarının kalıcılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunun bir göstergesi olarak düşünülebilir. Ayrıca, Tablo 37'den de görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının geciktirilmiş testten aldıkları puanların son test puanlarından yüksek olması, çalışılan konuların uzun süreli zihinlerinde kalıcı bir şekilde yerleştiklerinin bir kanıtı olabilir.

5. 3. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının, 'Hücre Bölünmesi' ünitesi kavramlarına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri arasında, uygulanan kavrama testi sonuçlarına göre ön testte anlamlı bir fark çıkmamıştır (Tablo 13). Son testte ise, bilgisayara dayalı materyallerle öğretim yapılan deney grubundaki adayların "Mayoz Bölünme" kavrama testinden aldıkları puanların ortalaması, kontrol grubundaki adayların aldıkları puanların ortalamalarından yüksek çıkmıştır (Tablo 14). Ortalamalar arasında 0,05 düzeyinde anlamlı bir fark bulunmuş bu da, deney grubu öğretmen adaylarının, kontrol grubu grubundakilere göre "Hücre Bölünmesi" konularına ilişkin kavramları daha iyi yapılandırdıkları şeklinde yorumlanmıştır. Öğretmen adaylarının derslere aktif katılımları ve bilgiye ulaşmalarında görsel öğeler kullanılması, kavramsal anlamalarını artırarak anlamlı öğrenmelerine katkıda sağladığı düşünülmektedir. Benzer şekilde sonuçlar bu çalışmadaki bulguları desteklemiştir (Çağırın, 2008; Gözmen, 2008; Kara, 2013; Kılıç, 2008; Saka, 2006; Yakışan ve diğ., 2009).

Yoldaş (2002) yürüttüğü çalışmasında canlılarda çoğalma ve kalıtım ünitesini işlerken bilgisayara dayalı materyaller kullanmıştır. Çalışma sonucunda bilgisayara dayalı materyallerle öğretimin yapıldığı deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubuna göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Kara (2005), tez çalışmasında bilgisayara dayalı öğretim sürecinin, öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme konularındaki başarılarına etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol grubu sonuçları arasında anlamlı bir fark çıktığı ve bu farkın deney grubu lehine olduğu ifade edilmiştir. Çağırın (2008) çalışmasında, ilköğretim sekizinci sınıf öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri

konusundaki başarılarına bilgisayara dayalı öğretimin etkilerini araştırmıştır. Çalışma bulguları, bilgisayara dayalı öğretim yöntemi ile yürütülen derslerin geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Özetle, yüksek öğretim 2.sınıf düzeyinde, 'Hücre Bölünmesi' konuları işlenirken bilgisayara dayalı materyallerle yürütülen öğretim sürecinin, öğretmen adaylarının kavramları anlamlı olarak öğrenmelerini, klasik öğretim metodlarına göre çok daha fazla artırdığı görülmektedir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulama sonrasındaki doğru cevap oranları artmış ve geçiktirilmiş testte de küçük düşüşlerle birlikte oranlarda bir istikrar görülmüştür. Kontrol grubundaki adayların ise uygulamadan sonra da yanılgıları devam etmiştir.

Bu araştırmanın, mayoz bölünme konusunda adaylarda var olabilecek kavram yanılgılarının ortaya konulması ve bu bağlamda öğreticilerin derslerini planlamalarında rehberlik edebilmesi açısından öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Araştırma sürecinde yürütülen test ve mülakatlar sonucunda literatürde rastlanmayan alternatif kavramlar (Tablo 56) tespit edilmiştir. Bu yanılgıların giderilmesinin adayların ilerideki öğrenmelerini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda fen konularının anlaşılır bir şekilde öğrenilmesinin, öğretmen adaylarının daha sonraki konuları öğrenebilmelerinde önemli derecede kolaylık sağladığı da ortaya çıkartılmıştır (Aydın, 2011; Briggs ve Holding, 1986'dan aktaran Özmen, Ayas ve Coştu, 2002: 507; Geban ve Ertepinar, 2001; Hewson ve Hewson, 2003; Ölmez ve Geban, 2001; Saka, 2006).

Tablo 56. Araştırma Tespit Edilen ve Literatürde Rastlanmayan Alternatif Fikirler

✓ Telofaz-I safhasında homolog kromozomlar, iğ iplikleri yardımıyla karşılıklı kutuplara doğru çekilirler.
✓ Sentromerler bu evrenin sonunda parçalanır.
✓ Kromatitler bu evrede hiç görülmez.
✓ Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur. Sitokinez gerçekleşerek iki yeni hücre oluşur.
✓ Anafaz-I safhası kromatitlerin ayrıldığı evredir. Daha sonra bölünme gerçekleşir.
✓ Sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.
✓ Çekirdek zarının erimesi ve iğ ipliklerinin oluşması gerçekleşir.
✓ Kromatidler sentromerleri ile bir aradadır. Kromozomlar sentromerleri ile iğ ipliklerine tutunurlar.
✓ Metafaz-I safhasında Kardeş kromatitlerin ayrılması gerçekleşir.
✓ Homolog kromozomların eşleştiği evredir.
✓ Profaz-I safhasında iğ iplikleri yardımıyla kutuplara doğru çekilirler.
✓ Bu evrede kromatitler birbirlerinden ayrılırlar.
✓ Çekirdek bölünmesi büyük oranda gerçekleşmiş olur.
✓ Ekvatör düzlemine iki sıra halinde sıralandığı evredir.
✓ Zıt kutuplarda kardeş kromozomlar görülür.
✓ İğ ipliklerinin kaybolduğu ve yeni hücrelerin oluştuğu evredir.

5. 4. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Yapılan Tartışma

Bu alt başlıkta ‘Deney ve kontrol gruplarındaki adayların mayoz bölünme konusuna ilişkin öğrenmelerinin kalıcılığı arasında anlamlı bir fark var mıdır?’ sorusu literatür ışığında tartışılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarına, son testlerin uygulanmasından 6 hafta sonra geciktirilmiş son test uygulanmıştır. İki gruba ait puan ortalamaları karşılaştırıldığında, deney grubundaki adayların “Hücre Bölünmesi” konularını hatırlama oranının, kontrol grubundakilerden daha yüksek çıktığı görülmüştür. İki grubun konu ve kavramları hatırlama düzeyleri arasında, deney grubu lehine anlamlı bir fark çıktığı tespit edilmiştir (Tablo 41). İlgili literatürde de, Aydın (2011), Daşdemir ve Doymuş (2013); Özdemir (2006) ve Saka (2006) benzer şekilde, bilgisayara dayalı materyallerle yürütülen sürecin, çalışılan grubun öğrenme ve hatırlama düzeylerini artırdığını ortaya koymuşlardır.

Ayrıca, Arıcı ve Dalkılıç (2006) ve Yang, Andre ve Greenbowe (2003), bilgisayar destekli materyalleri (animasyonlar vs.), kullanmanın, öğrencilerin bilgilerinin kalıcılığı üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Öğretim materyallerinde kullanılan animasyonların öğrencilerin ders konularını anlamlandırmalarına yardımcı olduğu ve fen derslerinde öğrenilenlerin kalıcı olmasına katkı sağladığı sonucuna varılabileceğini açıklamışlardır (Bunce ve Gabel, 2002; Daşdemir ve Doymuş, 2012; Ebenezer, 2001; Ünal, 2007; Venkataraman, 2009; Yeziarski ve Birk, 2006). Bilgisayar destekli öğretim materyalleri ile yapılan çalışmalarda, nesnelere sembollerle, isimlerle ve etiketlerle gösterilerek anlamlı öğrenmeler sağlanıp, bilgiler zihinlerde daha kalıcı hale gelmektedir (İşman, 2001b).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, mayoz bölünme konularının öğretimine yönelik bilgisayara dayalı öğretim materyali geliştirilmiş ve bu materyalin fen bilgisi öğretmen adaylarının konu ile ilgili bilgi eksiklikleri ile kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar üç başlık altında toplanmıştır. Birinci başlıkta; Fen bilgisi öğretmen adaylarının, hücre bölünmeleri ünitesi kapsamındaki, mayoz bölünme konularındaki bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışlarının neler olduğu ile ilgili elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. İkinci başlıkta; bilgisayara dayalı olarak hazırlanan materyallerle derslerin yapıldığı deney grubuyla, geleneksel öğretim yöntemi ile derslerin işlendiği kontrol grubu arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ile ilgili elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Üçüncü başlıkta ise; Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının mayoz bölünme konusuna ilişkin öğrenmelerinin kalıcılığı arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ile ilgili elde edilen sonuçlar sıralanmıştır.

6. 1. Sonuçlar

Elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen adaylarının aşağıda verilen sebeplerden dolayı kavram yanlışları olduğu sonucuna varılmıştır.

1. Konu içinde geçen kavramların soyut olması.
2. Düz anlatım, soru-cevap yöntemi gibi yöntemlerle bu konuların anlatılması, konuları öğrenirken ezberci yöntemlere yönelmesi.
3. Mayoz bölünme konuları çok geniş ve yoğun bir içeriğe sahip olması ve kavramların birbirinden bağımsızmış gibi öğretilmesi.
4. Konu ile ilgili bazı kavram yanlışlarının ortaya çıkmasının ders kitaplarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bununla ilgili olarak farklı öğretim yöntemlerinde ders kitaplarının ve öğretim programının yetersiz kalması öğretmen adaylarının kavram öğreniminde yetersiz kalmıştır.
5. Bir önceki maddede ifade edilen sebeplerden dolayı mayoz bölünme, krossing-over olayı, tetrad gibi kavramlar hakkında kavram yanlışlarına ve bilgi eksikliklerine sahipken, süreç sonrasında kavram yanlışları ve bilgi eksikliklerinin büyük oranda giderildiği görülmüştür.
6. Öğretmen adaylarının bir kısmı BDÖ materyalini kullanırken güçlük çektiği gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak da oyun deneyimi olan öğretmen

adaylarının materyali daha iyi kullandıkları ve konuyu daha iyi kavradıkları fakat oyun deneyimi olmayan öğretmen adayları ise materyali kullanma konusunda güçlük çektikleri görülmüştür.

7. Bilgisayara dayalı materyalin ilk olarak taslağı, giriş kısmındaki şarkı ve safhaları anlatırken ki fotoğraflar öğretmen adaylarının dikkatlerini olumlu yönde çekmiştir. Bu sayede BDÖ materyaliyle mayoz bölünmeyi daha iyi anladıkları sonucu ortaya çıkmaktadır.
8. BDÖ materyaliyle işlenen dersin verimli bir şekilde işlenebilmesi, materyalin amacına ulaşabilmesi için biyoloji ders saatlerini artırmaya ihtiyaç vardır.

6. 1. 1. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

1. Derslerin bilgisayara dayalı öğretim araçları kullanılarak işlendiği deney grubu öğretmen adaylarının, kavrama testine verdikleri cevaplar ile geleneksel öğretim programındaki etkinliklerle öğretim yapılan kontrol grubunun cevapları karşılaştırıldığında, deney grubu öğretmen adaylarının kontrol grubunun e göre materyaldeki şarkı ve görsel öğelerden (fotoğraf vs.) dolayı konuya ilişkin kavramları zihinlerinde daha iyi yapılandırdıkları sonucuna ulaşılmıştır.

6. 1. 2. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

1. Bilgisayara dayalı materyallerle yapılan öğretimin, öğretmen adaylarının 'Hücre Bölünmeleri' ünitesindeki mayoz bölünme kavramlarının kalıcılığı üzerinde etkili olduğu ifade edilebilir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının derslerde eğitsel yazılımları kullanmalarının öğrendikleri kavramların kalıcılığı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

6. 2. Öneriler

Bu kısımda araştırmanın sonuçlarına göre çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Öneriler, araştırma sonuçları ve gelecekteki araştırmacılar için öneriler olmak üzere iki başlık altında sunulmuştur.

6. 2. 1. Araştırmanın Sonuçlarına Göre Yapılan Öneriler

1. Hücre bölünmeleri ünitesi kapsamında yer alan diğer konular, örneğin mitoz bölünme konularında veya daha genel anlamda fen kavramlarının diğer konularda geçen kavramlarla ilgili öğretim sırasında öğretmen adaylarının zor

anladığı kavramlar, öğretim öncesinde dikkate alınarak dersler planlanmalı ve bu zorlukların giderilmesi üzerine bilgisayara dayalı materyallere yer verilmelidir.

2. Bilgisayar laboratuvarlarının etkin kullanmasının öğretmen adaylarının fen derslerini anlamalarında etkisi büyüktür. Bu nedenle laboratuvarların özellikle bilgisayar programlarını kaldırarak düzeyde olması ve bunun yanı sıra bilgisayarların internet bağlantılarının da kontrol edilip zaman zaman kesilmelerinin önüne geçilmelidir. Böylelikle animasyondaki linkler sağlıklı çalıştırılarak dersler kolay bir şekilde işlenebilir.
3. Yapılan mülakatlar sonucunda, fen bilgisi öğretmeni adaylarının bilgisayara dayalı yaklaşımı, özellikle bu yaklaşım içerisinde yer alan görselleri, videoları çok sevdiğini ve mesleki yaşamlarında bu yaklaşımı kullanmayı düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bu yöntem biyoloji alanının yanında diğer alanlarda da kullanılabilir. Böylelikle derslerin daha anlaşılabilir ve verimli geçeceği düşünülmektedir.
4. Bazı öğretmen adaylarının kavramlar arasında ayırım yapamadıklarını ve öğrenmede güçlükler çektiklerini çalışma sonuçlarında gözlemlendi. Öğretmen adaylarında öğretim sonrasında bile ortaya çıkan bu durumun giderilmesi için, öğretmen adaylarının mayoz bölünme konusundaki kavramların özelliklerini ve birbirleriyle ilişkilerini net olarak yapılandırılmalarını sağlayan kavram haritaları da geliştirilerek çalışmadaki bilgisayara dayalı materyallere entegre edilebilir.
5. Öğretim materyelleri tasarlanırken video, şarkı ve görsellere yer verilmelidir.

6. 2. 2. Diğer Araştırmacılara Öneriler

1. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarının, bilgisayara dayalı yöntem hakkında genel bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra materyalin uygulanması konusunda bir deneyime sahip olmadıkları anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarına materyalin nasıl kullanması gerektiği kısaca anlatılmaya çalışılmıştır. Araştırmacıların yapacakları uygulama öncesi yeteri kadar bilgi sahibi olmaları ve basit programlar hakkında bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.
2. Materyal hazırlanırken araştırmacı büyük oranda materyale katkıda bulunduğu ve dersi kendisi anlattığı için yönergeye ihtiyaç duyulmamıştır. Fakat üniversitelerde bu yöntem uygulanması durumunda yönergenin de hazırlanması tavsiye edilmektedir. Yönerge sayesinde öğreticinin konuyu daha etkili bir şekilde uygulayabileceği düşünülmektedir.
3. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının kişisel durumları da öğrenmeyi etkilemektedir. Burada öğrenme ortamı iyi ayarlanmış olsa bile kişisel etkenler

bireylerin öğrenme potansiyellerini, motivasyonlarını etkileyebilmektedir. Özellikle öğretmen atamaları ile ilgili konuların öğretmen adaylarının zihinlerini çok fazla meşgul ettiği gözlemlenmiştir. Araştırmacıların bu tür olumsuz durumları dikkate alarak öğrenme ortamı hazırlamaları önerilmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Abdullah, A. and Scaife, J. (1997). Using interviews to assess children's understanding of science concepts. *School Science Review*, 78(285), 79-84.
- Açıkgöz, K. Ü. (2003). *Aktif öğrenme*. İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.
- Adıgüzel, R. (2006). 8.Sınıf öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz hücre bölünmesi konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve kavram yanlışları hakkında öğretmen görüşleri (Muğla ili örneği). Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Akçay, H., Feyzioglu, B. ve Tüysüz, C. (2003a). Kimya öğretiminde bilgisayar benzeşimlerinin kullanımının lise öğrencilerinin başarısına ve tutumuna etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 7-26.
- Akçay, H., Tüysüz, C. ve Feyzioğlu, B. (2003b). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisine bir örnek: Mol kavramı ve avogadro sayısı. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 57-66.
- Akçay, H., Tüysüz, C., Feyzioğlu, B. ve Uçar, V. (2007). Bilgisayar destekli kimya öğretiminin öğrenci başarısı ve tutumuna etkisine bir örnek: "radyoaktivite". *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 98-106.
- Akçay, H., Tüysüz, C., Feyzioğlu, B. ve Oğuz, B. (2008). Bilgisayar tabanlı ve bilgisayar destekli kimya öğretiminin öğrenci tutum ve başarısına etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 770-782.
- Akgün, S. (1996). *Fen bilgisi öğretimi*. Giresun: Zirve Ofset.
- Akgün, E. (2005). Bilgisayar destekli ve fen bilgisi laboratuvarında yapılan gösterim deneylerinin öğretmen adaylarının fen bilgisi başarısı ve tutumları üzerindeki etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Elektronik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1-20.
- Akkoyunlu, B. (1998). *Bilgisayar ve eğitimde kullanılması: Çağdaş eğitimde yeni teknolojiler*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Akpınar, Y. (1999). *Bilgisayar destekli öğretim ve uygulamalar*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akpınar, E. (2006). Fen öğretiminde soyut kavramların yapılandırılmasında bilgisayar desteği: Yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aksakal, M., Karataş, A. ve Laçın-Şimşek, C. (2015). Mayoz bölünme konusunun öğretiminde modellerle zenginleştirilmiş laboratuvar ortamının akademik başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37, 49-60.
- Aktümsek, A. ve Konuk, M. (2013). *Genel biyoloji* (4.baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.

- Akyürek, E. ve Afacan, Ö. (2013). Kavram çarkı diyagramı kullanılarak 8.sınıf öğretmen adaylarının “hücre bölünmesi” ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 48-58.
- Alkan, İ., Akkaya, G. ve Köksal, M. S. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünmeye ilişkin kavram yanlışlarının model oluşturma yaklaşımıyla belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 121-135.
- Altın, K. (2001, Eylül). *Fizik dersinde bilgisayar kullanımı: bir simülasyon yazılımıyla ders geliştirilmesi*. Yeni Bin Yılın Basında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu’nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Amir, R. ve Tamir, P. (1994). In depth analysis of misconceptions as a basis for developing research-based remedial instruction: The case of photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 56, 94-100.
- Arıcı, N. ve Dalkılıç, E. (2006). Animasyonların bilgisayar destekli öğretime katkısı: Bir uygulama örneği. *Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 421-430.
- Arıkan, F., Aydoğdu, M., Doğru, M. ve Uşak, M. (2006). Bilgisayar destekli biyoloji öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Millî Eğitim Dergisi*, 171, 177-187.
- Artun, H. (2009). Difüzyon ve osmoz kavramlarına yönelik 5E modelin uygun öğretim materyalinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Atıcı, B. ve Gürol, M. (2000, Eylül). *Bilgisayar destekli iş birlikli öğrenme*. IX. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi’nde sunulan bildiri, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Atılboz, N. G. (2004). Lise 1. sınıf öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Ayas, A. (1995). Fen bilimlerinde program geliştirme ve uygulama teknikleri üzerine bir çalışma: iki çağdaş yaklaşımın değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 149-155.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1997). *Kimya öğretimi*. Ankara: YÖK-Dünya Bankası.
- Ayas, A. ve Özmen, H. (1998, Ekim). *Asit-Baz kavramlarının güncel olaylarla bütünleştirilme seviyesi: Bir örnek olay çalışması*. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu’nda sunulan bildiri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ayas, A., Karataş, F. Ö., Ünal, S. ve Çalık, M. (2001, Eylül). *Gazlar konusu ile ilgili bilgisayar destekli öğretim yazılımlarının yeterliliklerinin araştırılması*. Yeni Binyılın Basında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu’nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Ayas, A. ve Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45-60.
- Aydın, G. ve Balım, A. G. (2009). Technologically-supported mind and concept maps prepared by students on the subjects of the unit "systems in our body". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1, 2838-2842.
- Aydın, G. (2011). Öğretmen adaylarının 'hücre bölünmesi ve kalıtım' konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde ve zihinsel modelleri üzerinde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aydın, G. ve Balım, A. G. (2013a). Kavramsal değişim stratejilerine dayalı olarak hazırlanan fen ve teknoloji plan ve etkinlikleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 327-337.
- Aydın, G. ve Balım, A. G. (2013b). Öğretmen adaylarının "hücre bölünmesi ve kalıtım" konularına ilişkin kavram yanlışları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 338-348.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Ayvacı, H. Ş. ve Devecioğlu, Y. (2002, Eylül). *Kavram haritalarının fen bilgisi başarısına etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, ODTÜ Kongre ve Kültür Merkezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Ayvacı, A., Özsevgeç, T. ve Cerrah, L. (2004). Yıldırım kavramının farklı yaş grubundaki öğrencilerde gelişimi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(2), 351-361.
- Azar, A. (2001, Eylül). *Üniversite öğretmen adaylarının elektrik konusundaki kavram yanlışlarının analizi*. Yeni Binyılın Başında Fen Bilgisi Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanlışları ve kavram değişim stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 27-64.
- Baki, A. (1996). Matematik öğretiminde bilgisayar her şey midir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 135-143.
- Baki, A. (2001). Bilişim Teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 26-31.
- Baki, A. ve Öztekin, B. (2001, Mayıs). *Bilgisayar donanımlı ortamda fonksiyon ve grafiklerin öğretimi*. Matematik Etkinlikleri Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Baki, A. (2002). *Bilgisayar destekli matematik* (1.baskı). İstanbul: Ceren Yayın Dağıtım.

- Balcı, C. (2015). 8. sınıf öğrencilerine “hücre bölünmesi ve kalıtım” ünitesinin öğretilmesinde bilimsel argümantasyon temelli öğrenme sürecinin etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Balcı, C. ve Yenice, N. (2016). Effects of the scientific argumentation based learning process on teaching the unit of cell division and inheritance to eighth grade students. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 2(1), 67-84.
- Banet, E. and Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school. A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science. Education*, 84(3), 313-351.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Bayram, K., Özdemir, E. ve Koçak, N. (2011). Kimya eğitiminde animasyon kullanımı ve önemi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 371-390.
- Berg, T. and Brouwer, W. (1991). Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 3-18.
- Bernhisel, S. M. (1999). Measuring preservice and biology teachers' understanding of selected biological concepts. Unpublished doctoral dissertation, University of Utah State, Utah.
- Beydoğan, H. Ö. (1998). *Okullarda ölçme ve değerlendirme*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Bodner, G. M. (1986). Why good teaching fails and hard-working students do not always succeed?. *Spectrum*, 28(1), 27-32.
- Bozkurt, O., Salman Akın, B. ve Uşak, M. (2004). İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğretmen adaylarının erozyon hakkındaki ön bilgilerinin ve kavram yanlışlarının tespiti. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 277-285.
- Brumby, M. (1979). Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education*, 13, 110-122.
- Bunce, D. M. and Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 911-927.
- Cady, D. and Terrell, S. R. (2008). The effect of the integration of computing technology in a science curriculum on female students' self-efficacy attitudes. *Journal of Educational Technology Systems*, 36(3), 277-286.
- Can, H. ve Akar-Vural, R. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kromozom kavramı bilgi düzeyleri ve kavramın öğretimine ilişkin görüşleri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 1-21.

- Canbulat, T. ve Şaşmaz Ören, F. (2009, Nisan). *Kavram yanlışlarının tespitinde çizim yönteminin etkililiği. Eğitimde yeni yönelimler. V.“Öğrenmenin Doğası ve Değerlendirme” Sempozyumu’nda sunulan bildiri, Özel Tevfik Fikret Okulları, İzmir.*
- Chang, C. Y. (2000). Enhancing tenth graders’earth-science learning through computer-assisted instruction. *Journal of Geoscience Education, 48*, 636-641.
- Chang, C. Y. (2001a). Comparing the impacts of a problem-based computer-assisted instruction and the direct-interactive teaching method on student science achievement. *Journal of Science Education and Technology, 10(2)*, 147-153.
- Chang, C. Y. (2001b). A problem-solving based computer-assisted tutorial for the earth sciences. *Journal of Computer-Assisted Learning, 17*, 263-274.
- Chang, L. J., Yang, J. C. and Chan, T. W. (2003). Development and evaluation of multiple competitive activities in a synchronous quiz game system. *Innovations in Education and Teaching International, 40(1)*, 16-26.
- Chen, M. P. (2008). The effects of level-of-interactivity and gender on learners’ achievement and attitude in an e-learning course on computer graphics. *World Scientific and Engineering Academy and Society Transactions on Advances in Engineering Education, 4(5)*, 220-230.
- Chinnici, J. P., Neth, S. Z. and Sherman, L. R. (2006). Using chromosomal socks to demonstrate ploidy in mitosis and meiosis. *American Biology Teacher, 68(2)*, 106-109.
- Clarke, A. (2001). *Designing computer-based learning materials*. Abingdon, Oxon, GBR: Gower.
- Cohen, L. and Manion L. (1989). *Research methods in education* (3rd ed.). New York: Routledge.
- Cohen, L., Manion L., Morrison, K. and Wyse, D. (2010). *A guide teaching practise* (5th ed.). New York: Routledge.
- Coles, M. (1998). Science for employment and higher education. *International Journal of Science Education, 20(5)*, 609- 621.
- Coll, R. K., France, B. and Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education, 27(2)*, 183–198.
- Colletta, A. T. and Chiappetta, E. L. (1989). *Science instruction in the middle and secondary schools* (2nd ed.). Toronto: Merril.
- Coştu, B. (2002). Ortaöğretim farklı seviyelerindeki öğretmen adaylarının buharlaşma yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama düzeylerine ilişkin bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Coştu, B. (2006). Kavramsal değişimin gerçekleşme düzeyinin belirlenmesi: “buharlaşma, yoğunlaşma ve kaynama”. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Cuthbert, A. (2005). Do children have similar models of understanding for seeing, hearing, and smelling?. *The Science Education Review*, 4(3), 72-87.
- Çağırın, İ. (2008). İlköğretim 8. Sınıflarda mitoz ve mayoz hücre bölünmeleri konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çakır, M. ve Aldemir, B. (2011). İki aşamalı genetik kavramlar tanı testi geliştirme ve geçerlik çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 335-353.
- Çakmak, Ö. (2005, Eylül). *Biyoloji öğretiminde kavram haritasının önemi ve hazırlama yöntemi*. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi'nde sunulan bildiri, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Çalık, M. (2006). Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Çelik, K. ve Çavaş, B. (2012). Canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesinin araştırmaya dayalı öğrenme yöntemi ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 13(2), 50–751.
- Çepni, S. (2005). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (2.baskı). Trabzon: Üç Yol Kültür Merkezi.
- Çepni, S., Taş, E. ve Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels misconceptions and attitudes towards science. *Computer and Education*, 46(2), 192-205.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çetin, G. ve Ertepinar, H. (2004, Ekim). *Yedinci ve dokuzuncu sınıf öğretmen adaylarının bazı ekoloji kavramlarını anlama düzeylerinin karşılaştırılması*. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Çömek, A. ve Bayram, H. (2005, Eylül). *Bilgisayar destekli öğretim materyalleri kullanımının öğretmen adaylarının ısı konusunu öğrenmelerine etkisi*. 5th International Educational Technology Conference'da sunulan bildiri, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

- Dalkıran, G. ve Kesercioğlu, T. (2004, Ekim). *İlköğretim öğretmen adaylarının "iç salgı sistemi ve sinir sistemi" konularındaki kavram yanılgıları, nedenleri ve çözüm önerileri*. VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakóltesi, İstanbul.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2013). Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinde animasyon kullanımının öğretmen adaylarının akademik başarılarına, hatırd tutma düzeyine ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakóltesi*, 8(1), 84-101.
- Demir, Y. (2008). Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde Kavram Karikatürlerinin Kullanılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Demircioğlu, H. (2003). Sınıf öğretmen adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanılgılar. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Demirel, Ö. (1996). *Genel öğretim yöntemleri*. Ankara: Usem Yayınları.
- Derviş, N. ve Tezel, Ö. (2009, Mayıs). *Fen ve teknoloji dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğretmen adaylarının başarılarına ve bilimsel düşünme becerilerine etkisi*. I. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sunulan bildiri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Diesterhaft, M. and Jaus H. (1997). The teaching of living skills in biology science: Curriculum reform for the 21st century. *Contemporary Education*, 68, 3.
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: a drawing analysis. *Scientific Research and Essay*, 5(2). 235-247.
- Doğru, D. (2000). Canlılığın temel birimi hücre ünitesi mayoz ve mitoz bölünme konularında rehber materyallerin geliştirilmesi ve kullanılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Doğru, M. S. (2011). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin biyoteknoloji ile ilgili yaklaşımları ve bilgi seviyelerinin ölçülmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Douvdevany, O., Dreyfus, A. and Jungwirth, E. (1997). Diagnostic instruments for determining junior high-school science teachers' understanding of functional relationships within the "living cell". *International Journal of Science Education*, 19(5), 593-606.
- Driel, J. H., Verloop, N. and De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.

- Driver, R., Leach, J., Scott, P. and Wood-Robinson, C. (1994). 'Young people's understanding of science concepts: Implications of cross-age studies for curriculum planning. *Studies in Science Education*, 24, 75–100.
- Durmuş, J. (2009). Kavramsal değişim metinlerinin ve deney yönteminin akademik başarıya ve kavram yanlışlarını gidermeye etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Ebenezer, J. V. and Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80, 181–201.
- Ebenezer, J. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 73-91.
- Ecevit, T. and Özdemir-Şimşek, P. (2017). The evaluation of teachers' science concept teaching and their action to diagnose and eliminate misconceptions. *Elementary Education Online*, 16(1), 129-150.
- Ekici, F., Ekici, E. ve Aydın, F. (2007). Utility of concept cartoons in diagnosing and overcoming misconceptions related to photosynthesis. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(4), 111-124.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Elangovan, T. (2017). Comparison between realistic and non-realistic simulations in reducing secondary school students' misconceptions on mitosis and meiosis processes. M, Karpudewan, A.N., Md Zain and A.L., Chandrasegaran (Eds.), *Overcoming Students' Misconceptions in Science* (pp. 307-322). Malaysia: Springer.
- Emrahoğlu, N. ve Bülbül, O. (2010). 9. sınıf fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığına etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 409–422.
- Emre, İ. ve Bahşi, M. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre bölünmesiyle ilgili kavram yanlışları. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 4(3), 70-73.
- Engin, A. O., Tösten, R. ve Kaya, M. D. (2010). Bilgisayar destekli eğitim. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5, 69-80.
- Enrique, B. and Enrique, A. (2000). Teaching Genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313-352.
- Ertepinar, H., Demircioğlu, H., Geban, Ö. ve Yavuz, D. (1998, Ekim). *Benzeşme ve bilgisayarlı öğretimin mol kavramını anlamaya etkisi*. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Fančovičová, J. and Prokop, P. (2008). Students' attitudes toward computer use in Slovakia. *Eurasia Journal of mathematics & Technology Education*, 4(3), 255- 262.

- Gabel, D. L. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 193-194.
- Gandole, Y. B., Khandevale, S. S. and Mishra, R. A. (2006). A comparison of students' attitudes between computer software support and traditional laboratory practical learning environments in undergraduate electronics science. *Journal of Instructional Science and Technology*, 9(1), 1-13.
- Geban, Ö. ve Ertepinar, H. (2001, Eylül). *Altıncı sınıf öğretmen adaylarının elektrik konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımının etkisi*. Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Geisert, P. G. and Futrell, M. K. (2002). *Teachers, computers, and curriculum: microcomputers in the classroom* (3rd ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Gemici, Ö., Korkusuz, M. E., Bozan, M. ve Sarıkaya, A. (2001, Eylül). *Bilgisayar destekli fen eğitimi ve bir örnek uygulama*. Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Gezer, K., Köse, S., Durkan, N. ve Uşak, M. (2003). Biyoloji alanında yapılan program geliştirme çalışmalarının karşılaştırılması: Türkiye, İngiltere ve ABD örneği. *Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 49-62.
- Goff, E. E., Reindl, K. M., Johnson, C. McClean, P., Offerdahl, G. E., Schroeder, N. L. and White, A. R. (2017). Learning about chemiosmosis and atp synthesis with animations outside of the classroom. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 18(1), 1-8.
- Gökçe, M. (2002). Kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarını gidermedeki etkililiği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Gönen, S. ve Kocakaya, S. (2005). Lise 1 öğretmen adaylarının farklı iki öğretim yöntemine göre fizik başarı ve bilgisayar tutumlarının karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 11-19.
- Gözmen, E. (2008). Lise 1.sınıf biyoloji dersinde okutulan 'mayoz bölünme' konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Greenhalgh, T. (2001). Computer assisted learning in undergraduate medical education. *British Medical Journal*, 322(6), 40-44.
- Gulińska, H. (2009). Using new technologies in teaching chemistry. In M. Gupta-Bhowon et al. (Eds.), *Chemistry Education in the ICT Age* (pp. 131- 144). Dordrecht: Springer.
- Gül, Ş. (2011). 5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğretmen adaylarının başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

- Güler, M. H. ve Sağlam, N. (2002). Biyoloji öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin ve çalışma yapraklarının öğretmen adaylarının başarıları ve bilgisayara karşı tutumlarına etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 117-126.
- Güneş, M. H. ve Güneş, T. (2005). İlköğretim öğretmen adaylarının biyoloji konularını anlama zorlukları ve nedenleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2). 169-175.
- Güneş, H. M. ve Çelikler, D. (2009, Mayıs). Model oluşturma ve bilgisayar destekli öğretimin akademik başarı üzerindeki etkilerinin incelenmesi, I. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sunulan bildiri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Güneş, T., Dilek, Ş., Demir, E. S., Hoplan, M. ve Çelikoğlu, M. (2010, Nisan). *Öğretmenlerin kavram öğretimi, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmaları üzerine nitel bir araştırma*. 3. International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Antalya.
- Güvercin, Z. (2010). Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğretmen adaylarının akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Güzeller, C. ve Korkmaz, Ö. (2007). Bilgisayar destekli öğretimde bir ders yazılımı değerlendirmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 155-168.
- Halloun, I. A. and Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American journal of physics*. 53(11), 1056-1065.
- Halim, L. and Meerah, S. M. (2002). Science trainee teachers' pedagogical content knowledge and its influence on physics teaching. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 215-226.
- Halis, İ. (2002). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Hançer, A. H. (2007). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin kavram yanlışları üzerine etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1), 69-81.
- Hançer, A. H. ve Tüzemen, A. T. (2008). A research on the effect of computer assisted science teaching. *World Applied Sciences Journal*, 4(2), 199-205.
- Hançer, A. H. ve Yalçın, N. (2009). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretimin akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 33(1), 75-88.
- Hand, B. and Treagust, D. F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructive framework. *School Science and Mathematics*, 91(4), 172-176.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in Science Education*, 3, 401-435.

- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst south african students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hennesy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deaney, R., Brawn, R. and Velle, L. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers & Education*, 48, 137-152.
- Herriot, A. M., Bishop, J. A. and Truby, H. (2004). The deveelopment and evaluation of student training, education and practice for dietetics CD-ROM: a computer-assisted instruction programme for dietetic students. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 17, 35-41.
- Hewson, M. G. and Hewson, P. W. (2003). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.
- Hızal, A. (1989). *Bilgisayar eğitimi ve bilgisayar destekli öğretime ilişkin öğretmen görüşlerinin değerlendirilmesi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Huppert, J., Lomask, S. M. and Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: Students'cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.
- Hynd, C. (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research*, 35, 699-714.
- İşman, A. (2001a). Bilgisayar ve eğitim. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 1-34.
- İşman, A. (2001b). Sakarya ili öğretmenlerinin eğitim teknolojileri yönündeki yeterlilikleri. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 26-31.
- Kabapınar, F., Özdenler, N. ve Salan, Ü. (2000, Ekim). *Ortaöğretim fizik ve kimya derslerinde yaygın olarak kullanılan bilgisayar yazılımlarının dizayn açısından incelenmesi*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kaptan, S. (1998). *Bilimsel araştırma ve istatistik teknikleri* (11.baskı). Ankara: Tekişik Web Ofset Tesisleri.
- Kara, S. (2005). Bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile, "canlılarda üreme ve gelişme" ünitesindeki "mitoz ve mayoz bölünme" konularının öğretilmesi ve buna yönelik materyal geliştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- Kara, Y. (2007). Mitoz ve mayoz bölünme konularında öğrenci başarıları, kavram yanlışları ve biyolojiye karşı tutumlara öğretim amaçlı bilgisayar yazılımlarının etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 49-57.

- Kara Y. ve Yeşilyurt, S. (2007a). Hücre bölünmeleri konusunda bir ders yazılımının öğretmen adaylarının başarısına, kavram yanlışlarına ve biyolojiye karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 75-84.
- Kara, Y. and Yeşilyurt, S. (2007b). Assessing the effects of tutorial and edutainment software programs on students' achievements, misconceptions and attitudes towards biology. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8(2), 1-22.
- Kara, İ. and Kahraman, Ö. (2008). The effect of computer assisted instruction on the achievement of students on the instruction of physics topic of 7th grade science course at a primary school. *Journal of Applied Sciences*, 8(6), 1067-1072.
- Kara, Y. (2009). Biyoloji öğretimi için hazırlanmış eğlenceli eğitim yazılımı değerlendirmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 17-30.
- Kara, Y. (2013). Hücre bölünmeleri ve üreme ünitesinin öğretiminde 10.sınıf biyoloji dersi öğretim programına uygun olarak geliştirilen yapısalıcı ve bilgisayarla öğretim uygulamalarının etkinliğinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karaca, M., Öner-Armağan, F. ve Bektaş, O. (2016). The use of the reflective diaries in science lessons from the perspectives of eighth grade students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(2), 53-74.
- Karahan, M. (2001). *İnternet eğitime giriş*. Malatya: Kubbealtı Yayıncılık.
- Karamustafaoğlu, S. ve Ayas, A. (2002, Mayıs). *Farklı öğrenim seviyelerindeki öğretmen adaylarının 'metal, ametal, yarımetal ve alaşım' kavramlarını anlama düzeyleri*. Uluslararası Katılımlı 2000'li Yıllarda I. Öğrenme ve Öğretme Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Karamustafaoğlu, S. (2003). "Maddenin iç yapısına yolculuk" ünitesi ile ilgili basit araç-gereçler dayalı rehber materyal geliştirilmesi ve öğretim sürecindeki etkililiği. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karamustafaoğlu, O., Aydın, M. ve Özmen, H. (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: Basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Education Technology*, 4(4), 67-81.
- Karasar, N. (2000). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karataş, F. Ö. (2003). Lise 2 kimyasal denge konusunun öğretiminde bilgisayar paket programları ile klasik yöntemlerin etkililiğinin karşılaştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karataş, Ö. F., Köse, S. ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanlışlarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.

- Kaya, Z. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme* (1.baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Keeton, L. W. and Gould, J. L. (2004). *Bitki biyolojisi*. (K. Işık, Çev.) Ankara: Palme Yayınevi.
- Kılıç, D. ve Sağlam, N. (2004). Biyoloji eğitiminde kavram haritalarının öğrenme başarısına ve kalıcılığına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 155-164.
- Kılıç, D. ve Sağlam, N. (2008, Eylül). *University students' understanding of fundamental genetics concepts*. XIII. IOSTE Symposium'da sunulan bildiri, Aydın.
- Kılıç, S., Kurt, H., Kaya, B., Ateş, A. ve Korkmaz, T. (2009, Mayıs). *Lise 2. sınıf öğretmen adaylarının mitoz ve mayoz bölünme ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları*. I. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sunulan bildiri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Kılıncı, A. (2008). Hücre bölünmelerinin öğretiminde yeni bir yaklaşım: Bölünen parmaklar. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi* 10, 82-99.
- Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi; asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 1303-6521.
- Kikas, E. (2004). Teachers' conceptions and misconceptions concerning three natural phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 432-448.
- Kindfield, C. H. (1991). Confusing chromosome number and structure: A common student error. *Journal of Biological Education*, 25(3), 193-210.
- Kirkpatrick, G., Orvis, K. and Pittendrigh, B. (2002). A teaching model for biotechnology and genomics education. *Journal of Biological Education*, 37(1), 31-34.
- Klymkowsky, M. W. and Doxas, K. G. (2008). Recognizing student misconceptions through Ed's tools and the biology concept inventory. *Plos Biology*, 6(1), 14-17.
- Knippels, M. C. P. J., Waarlo A. J. and Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108-112.
- Kocadağ, Y. (2010). Senaryo tabanlı öğrenme yönteminin genetik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kolstoe, D. C. (2001). Scientific literacy for citizenship tools for dealing with the science dimension of controversial socio scientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.

- Konuk, M. ve Kılıç, S. (2002, Eylül). *Konya ili lise öğretmen adaylarınıninde osmoz ve difüzyon konusundaki kavram yanlışları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Korfiatis, K., Papatheodorou, E., Stamou, G. P. and Paraskevopoulous, S. (1999). An investigation of the effectiveness of computer simulation programs as tutorial tools for teaching population ecology at university. *International Journal of Science Education*, 21(12), 1269-1280.
- Köse, S. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde kavram haritalarıyla verilen kavram değişim metinlerinin etkisi. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Krüger, D., Fleige, J. and Riemeier, T. (2006). How to foster an understanding of growth and cell division. *Journal of Biological Education*, 40(3), 135–140.
- Kurt, H. (2013). Biyoloji öğretmen adaylarının “enzim” konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 211-243.
- Kutluca, T. ve Birgin, O. (2007). Doğru denklemi konusunda geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyali hakkında matematik öğretmeni adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 81-97.
- Küçük, M. (2005). Farklı öğrenim seviyelerindeki öğretmen adaylarının ve fen bilgisi öğretmen adaylarının yerçekimi kuvveti hakkında sahip oldukları kavramların incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 32-45.
- Küçükahmet, L. (2004). *Öğretimde planlama ve değerlendirme*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Kwen, Y. and Lawson, E. A. (2000). Linking brain growth with the development of scientific reasoning ability and conceptual change during adolescence. *Journal of Research In Science Education*, 37(1), 44-62.
- Kwen, B. H. (2005, Kasım). Teachers' misconceptions of biological science concepts as revealed in science examination papers, International Education Research Conference, Deakin.
- Laçin-Şimşek, C. ve Karataş A. (2013). Öğrencilerin bağımsız dağılım ile ilgili bilgi düzeyleri ve modellerle anlatımın bilgi düzeylerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 1(21), 321-336.
- Lee, C. (2002). A study multimedia computer assisted instruction on the learning effectiveness of 'basic electronic practise lesson' on vocational senior high school level. Unpublish master's thesis, National Changhua University, Tayvan.
- Lewalter, D. (2003). Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction*, 13(2), 177-189.
- Lewis, J., Driver, R., Leach, J. and Wood-Robinson, C. (1997). *Understanding genetics: Materials for investigating students' understanding and suggestions for their use in*

teaching. Retrieved December 12, 2016 from <http://www.education.leeds.ac.uk/assets/files/staff/lewis/opinions-attitudes-towards-genetic-engineering-acceptable.pdf>

- Lewis, L., Leach, J. and Wood-Robinson, C. (2000). All in the genes? - Young people understanding of nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74-79.
- Lewis, J. ve Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 177-195.
- Lin, H., Ching, Y. H., Ke, F. and Dwyer, F. M. (2007). Effectiveness of various enhancement strategies to complement animated instruction: A meta-analytic assessment. *Journal of Educational Technology Systems*, 35(2), 215-237.
- Linke, R. D. and Venz, M. L. (1979). Misconceptions in physical science among non-science background students. *Research in Science Education*, 8, 183-193.
- Lock, R. (1997). Post-16 biology-some model approaches? *School Science Review*, 79(286), 33-38.
- Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13(2), 157-176.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 229-245.
- Marbach-Ad, G. and Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200-206.
- Marbach-Ad, G. (2001). Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*, 35(4), 183-190.
- Martinez, N. M. (2001). Characteristics of the methodology used to describe students' conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 663-690.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco: Jossey- Bass.
- McKean, H. R. and Gibson, L. S. (1989). Hands-on activities hat relate Mendelian genetics to cell division. *The American Biology Teacher*, 51(5), 294-300.
- Memişoğlu, S. P., Çakır, M. ve Çakır, G. (2015). Anadolu liselerinde görev yapan öğretmenlerin sınıf içi davranışlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 334-344.
- Mercan, M., Filiz, A., Göçer, İ. ve Özsoy, N. (2009, Şubat). *Bilgisayar destekli eğitim ve bilgisayar destekli öğretimin dünyada ve Türkiye'de uygulamaları*. XI. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulan bildiri, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.

- Mickle, J. E. (1990). A model for teaching mitosis & meiosis. *The American Biology Teacher*, 52(8), 500-503.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2012). *Ortaöğretim kurumları 10. sınıf biyoloji dersi öğretim programı*. Ankara.
- Noh, T. and Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.
- Novak, D. J. (2011). A theory of education: Meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. *Meaningful Learning Review*, 1(2), 1-14.
- Oakley, C. R. (1994). Using sweat socks & chromosomes to illustrate nuclear division. *The American Biology Teacher*, 56(4), 238-240.
- Ocak, İ. ve Ocak, G. (2002). Bilgisayar destekli sunumun sınıf öğretimine ek olarak ve sınıf öğretiminden bağımsız olarak canlılar çeşitlidir ünitesinde akademik başarı ve kalıcılığı etkileme düzeyi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 19-27.
- Odabaşı, F. (1998). *Bilgisayar destekli eğitim: Çağdaş eğitimde yeni teknolojiler*. Eskişehir: Açıköğretim Fakültesi Yayınları.
- Odom, A. L. and Barrow, L. H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 45-61.
- Orcajo, I. T. and Aznar, M. M. (2005). Solving problems in genetics II: Conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495-1519.
- Öçal, M. F. ve Şimşek, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının fatih projesi ve matematik eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 8(1), 91-121.
- Ölmez, O. ve Geban, Ö. (2001, Eylül). *Dördüncü sınıf öğrencilerinin dünya ve gökyüzü konularındaki kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımının etkisi*. Bilimde Çağdaş, Düşüncede Özgür Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Özay, E. (2008). Mitoz-mayoz konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinlerinin kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 212-220.
- Özay Köse, E. (2014). Hücre ve organellerin öğretiminde kavram haritalarının kullanılması. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 116-121.
- Özbek, R. (2005). Eğitim programlarının bireyselleştirilmesinin sebepleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(11), 66-83.

- Özcan, Ö. (2000). İlköğretim 8. sınıf öğretmen adaylarının canlılarda çoğalma ve kalıtım ünitesindeki temel kavramları anlama seviyeleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Özçelik, D. A. (1997). *Test hazırlama kılavuzu* (3.baskı). Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özçelik, D. A. (1998). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özdemir, O. (2005). İlköğretim 8. sınıf öğretmen adaylarının genetik ve biyoteknoloji konularına ilişkin kavram yanılgıları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 49-62.
- Özdemir, Ö. (2006). İlköğretim 8. sınıf türün devamlılığını sağlayan canlılık olayı (üreme) konusunun çalışma yaprakları ile öğretiminin öğrenci erişimine ve kalıcılığa etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Özdemir, A. (2008). Üniversite öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ile ilgili kavram yanılgılarının iki aşamalı çoktan seçmeli bir test ile belirlenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Özdener, N. ve Erdoğan, B. (2001a). *Bilgisayar destekli eğitimde kullanım amaçlı bir simülasyonun tasarlanması ve geliştirilmesi*. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Özdener, N. ve Erdoğan, B. (2001b). Deneysel verileri değerlendirme imkanı tanıyan ve dönüt verebilen sanal laboratuvarların geliştirilmesi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14, 107-120.
- Özel, S. F. (2008). Bilgisayar destekli öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının tutum ve başarılarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özkan, Ö., Tekkaya, C. ve Geban, Ö. (2001, Eylül). *Ekoloji konularındaki kavram yanılgılarının kavramsal değişim metinleri ile giderilmesi*. Bilimde Çağdaş, Düşüncede Özgür Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Özkaya, A. (2013). Üstbilişsel ve internet tabanlı üstbilişsel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin hücre bölünmesi ve kalıtım konusundaki başarılarına, tutumlarına ve üstbilişsel düşünme düzeylerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özmen, H., İbrahimoglu, K. ve Ayas, A. (2000). *Lise II öğretmen adaylarının Kimya-I konularında zor olarak nitelendirdikleri kavramlar ve bunların anlaşılma seviyeleri*. IV. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Özmen, H. (2002). Kimyasal reaksiyonlar ünitesindeki kavramların öğretimine yönelik rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Özmen, H., Ayas, A. ve Coştu, B. (2002). "Determination of the science student teachers' understanding level and misunderstandings about the particulate nature of the matter. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 2(2), 507-529.
- Özmen, H. ve Kolomuç, A. (2004). Bilgisayarlı öğretimin çözümler konusundaki öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 57-68.
- Özmen, H. (2007). The effectiveness of conceptual change texts in remediating high school students' alternative conceptions concerning chemical equilibrium. *Asia Pacific Education Review*, 8(3), 413-425.
- Özseveç, L. (2007). Aktif katılımlı materyal geliştirme sürecinin biyoloji öğretmen adaylarının bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Öztürk, C. ve İnan, N. U. (1998, Haziran). *İlköğretim sosyal bilgiler derslerinde kullanılabilecek bazı bilgisayar yazılımlarının değerlendirilmesi*. IV. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli.
- Parim, G. (2001). Problem tabanlı öğretim yaklaşımı ile dna, kromozom ve gen kavramlarının öğrenilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Paris, P. G. (2004). E-learning: A study on secondary students' attitudes towards online web assisted learning. *International Education Journal*, 5(1), 98-112.
- Pashley, M. (1994). A chromosome model. *Journal of Biological Education*, 28(3), 157-161.
- Pektaş, M., Türkmen, L. ve Solak, K. (2006). Bilgisayar destekli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının sindirim sistemi ve boşaltım sistemi konularını öğrenmeleri üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 465-472.
- Pektaş, M. (2008). Biyoloji öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımın ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısı ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Pektaş, H. M., Çelik, H., Katrancı, M. ve Köse, S. (2009). 5. sınıflarda ses ve ışık ünitesinin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 649-658.
- Peterson, R. F. ve Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459-460.
- Peterson, R. F., Treagust, D. F. and Garnett, P. J. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301-314.

- Pines, A. and West, L. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within sources of knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Pol, H. J., Harskamp, E. G. and Suhre, C. J. M. (2008). The effect of the timing of instructional support in a computer-supported problem-solving program for students in secondary physics education. *Computers in Human Behavior*, 24, 1156–1178.
- Posner, G. J. and Gertzog, W. A. (1982). The clinical interview and measurement of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 195-209.
- Powell, J. V., Aeby, V. G. J. and Carpenter-Aeby, T. (2003). A comparison of student outcomes with and without teacher facilitated computer-based instruction. *Computers and Education*, 40(2), 183–191.
- Preston, R. F., Treagust, D. F. and Garnett, P. (1986). Identification of secondary student's misconceptions of covalent bonding and structure concepts using a diagnostic test instrument. *Research in Science Education*, 16, 40-48.
- Rajasekar, S. and Vaiyapuri, R. P. (2007). Higher secondary school teachers' computer knowledge and their attitude towards computer. *Journal of All India Association for Educational Research*, 19(12), 68-69.
- Reece, J. B. and Campbell, N. A. (2008). *Biyoloji*. (E. Gündüz, A. Demirsoy ve İ. Türkan, Çev.) Ankara: Palme Yayınevi.
- Reece, J. B. and Campbell, N. A. (2011). *Campbell biology*. (9th ed.). Boston: Pearson.
- Richards, J., Barowy, W. and Levin, D. (1992). Computer simulations in the science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 1(1), 67-80.
- Riche, R. D. (2000). Strategies for assisting students overcome their misconceptions in high school physics. *Memorial University of Newfoundland Education*, 6390.
- Robinson, C. W. and Lewis, J. (2000). Genes, chromosomes, cell division & inheritance- do students see any relationship?. *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
- Rotbain Y., Marbach-Ad, G. and Stavy R. (2008). Using a computer animation to teach high school molecular biology. *Journal Science Education Technology*, 17, 49–58.
- Saka, A. (2001). Denetleyici ve düzenleyici sistemler ünitesi için öğretmen rehber materyallerinin geliştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Saka, A. ve Ayas, A. (2002). Öğretmen adaylarının mikrop kavramı ile ilgili düşüncelerinin yaşlara göre değişimi. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16, 139–148.
- Saka, A. ve Akdeniz, A. R. (2004). Genetik konusuna ait kavramların farklı öğrenci seviyelerine göre değişimi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 188-209.

- Saka, A. ve Cerrah, L. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik kavramları hakkındaki bilgilerinin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 46-51.
- Saka, A. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde 5e modelinin etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Saka, A., Akdeniz, A. R., Bayrak, R. ve Asilsoy, Ö. (2006, Eylül). "Canlılarda enerji dönüşümü" ünitesinde karşılaşılan yanlışların giderilmesinde kavram karikatürlerinin etkisi. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Saka, A. ve Yılmaz, M. (2005). Bilgisayar destekli fizik öğretiminde çalışma yapraklarına dayalı materyal geliştirme ve uygulama. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4, 120-131.
- Saka, A. ve Akdeniz, A. R. (2006). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5e modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 129-141.
- Sanders, M. (1993). Erroneous ideas about respiration: The teacher factor. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 919-934.
- Sarıkaya, R., Selvi, M. ve Bora, N. D. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 85-98.
- Saygın, Ö., Atılboz, N.G. ve Salman, S. (2006). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi: Canlılığın temel birimi-Hücre. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 51-64.
- Schoon, J. K. and Boone, J. W. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, 82, 553-568.
- Sebitosi, E. K. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41(2), 56-61.
- Selvi, M. ve Yakışan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 173-182.
- Sewell, A. (2002). Constructivism and student misconceptions. *Australian Science Teachers' Journal*, 48(4), 24-28.
- Sewell-Smith, A. (2004). Teaching does not necessarily equal to learning. *Teaching Science- Australian Science Teachers Association*, 50(1), 22-26.
- Sezen, G., Bahçekapılı, T., Özsevgeç, L.C. ve Ayas, A. (2008, Mayıs). Genetik ünitesine yönelik bilgisayar destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin

değerlendirilmesi. VIII. International Educational Technology Conference'da sunulan bildiri, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

- Sezgin, E. ve Köymen, Ü. (2002). İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretiminde akademik başarıya etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 137-145.
- Sharma, N. and Kaur, T. (2016). Effect of diagnostic remedial teaching programme on concept understanding in cell biology. *Scholarly research Journal fot Interdisciplinary Studies*, 3(22), 1457-1467.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand teach: Knowledge growth in teaching, *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Soderberg, P. (1992). Marsmallow meiosis. *The Science Teacher*, 59(8), 28-31.
- Soyibo, K. (1995). A review of some sources of students' misconceptions in biology. *Singapore Journal of Education*, 15(2), 1-11.
- Soyibo, K. and Hudson, A. (2000). Effects of computer-assisted instruction (CAI) on 11th graders' attitudes to biology and CAI and understanding of reproduction in plants and animals. *Research in Science & Technological Education*, 18(2), 191-199.
- Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E. and Kariotoglou, P. (2009). Educational software for improving learning aspects of Newton's third law for student teachers. *Education and Information Technologies*, 14, 163-187.
- Stencel, J. (1995). A string & paper game of meiosis that promotes thinking. *The American Biology Teacher*, 57, 42-45.
- Sungur, S. and Tekkaya, C. (2003). Student achievement in human circulatory system unit: the effect of reasoning ability and gender. *Journal of Science Education and Technology*, 12(1), 59-64.
- Şahin, T. Y. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şahin, F., Gürdal, A. ve Berkem, M. L. (2000, Ekim). *Fizyolojik kavramların anlamlı öğrenilmesi ile ilgili bir araştırma*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002, Eylül). *Problem tabanlı öğretim yaklaşımı ile dna, gen ve kromozom kavramlarının öğrenilmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Şendur, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının organik kimyadaki kavram yanlışları: alkenler örneği. *Journal of Turkish Science Education*, 9(3), 160-184.
- Tamir, P. (1971). An alternative approach to the construction of multiple-choice test items. *Journal of Biological Education*, 5, 305-307.

- Tamir, P. (1989). Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers. *Journal of Biological Education*, 23(4), 285–292.
- Taş, E., Köse, S. and Çepni, S. (2006). The effects of computer-assisted instruction material on understanding photosynthesis subject. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 163–171.
- Taşçı, G. ve Soran, S. (2008). Hücre bölünmesi konusunda çoklu ortam uygulamalarının kavrama ve uygulama düzeyinde öğrenme başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 233-243.
- Tatar, N. ve Cansüğü Koray, Ö. (2005). İlköğretim sekizinci sınıf öğretmen adaylarının "genetik" ünitesi hakkındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 415-426.
- Tatman, M. (2008). Biyoloji öğretmen adaylarının genetik kavramları anlayışları ve problem çözme becerileri üzerine nitel bir araştırma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Teixeira, M. F. (2000). What happens to the food we eat? children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22(5), 507-520.
- Tekerek, M., Altan, T. ve Gürbüz, İ. (2014). FATİH projesinde tablet pc kullanımına yönelik öğrenci tutumlarının incelenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 7(2), 21-27.
- Tekin, H. (1996). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Yargı Yayınları.
- Tekin, H. (2000). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (14.baskı). Ankara: Yargı Yayınları.
- Tekkaya, C. Çapa, Y. ve Yılmaz Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-144.
- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 259-266.
- Tekkaya, C. (2003). Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through mapping and conceptual change text. *Research in Science and Technological Education*, 21, 5–16.
- Temelli, A. (2006). Lise öğretmen adaylarının genetikle ilgili konulardaki kavram yanlışlarının saptanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 73-82.
- Treagust, D. F. (1988) Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconception in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Tsui, C. Y. and Treagust, D. F. (2003). Genetics reasoning with multiple external representations. *Research in Science Education*, 33, 111-135.

- Tsui, C. Y. and Treagust, D. F. (2004). Conceptual change in learning genetics: An ontological perspective. *Research in Science and Technological Education*, 22(2).
- Topçu, M. S. (2004). Sekizinci sınıf genetik-canlılarda üreme ve gelişmen ünitelerinin öğreniminde ve öğretiminde karşılaşılan zorlukların tespiti. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Topsakal, S. (1999). *Fen öğretimi*. Bursa: Alfa Yayınevi.
- Topuz, F. G., Gençer, S., Bacanak, A. ve Karamustafaoğlu, O. (2013). Bağlam temelli yaklaşım hakkında fen ve teknoloji öğretmenlerinin görüşleri ve uygulanabilme düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 240- 261.
- Toyoma, N. (2000). What are food and air like inside our bodies?: Children's thinking about digestion and respiration. *International Journal of Behavioral Development*, 24(2), 220-230.
- Torgesen, J. K., Wagner, R. K., Rashotte, C. A., Herron, J. and Lindamood, P. (2010). Computer-assisted instruction to prevent early reading difficulties in students at risk for dyslexia: Outcomes from two instructional approaches. *Ann. of Dyslexia*, 60(1), 40–56.
- Trowbridge, W. L., Bybee, W. R. and Powell, C. J. (2002). *Teaching secondary school science strategies for developing scientific literacy*. New Jersey: Pearson.
- Tsai, C. C. and Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 157-165.
- Turgut, M. F. (1997). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (10.baskı). Ankara: Nüve Matbaacılık.
- Tutty, J. I. and Klein, J. D. (2008). Computer-mediated instruction: A comparison of online and face-to-face collaboration. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 101-124.
- Türkmen, L., Çardak, O. ve Dikmenli, M. (2002, Eylül). *Lise öğretmen adaylarının canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Üniversitesi, Ankara.
- Uglo, H. P. (2005). Solving physics problems with the help of computer-assisted instruction. *International Journal of Educational Research*, 27(4), 451-469.
- Uşun, S. (2000). *Dünyada ve türkiye'de bilgisayar destekli öğretim*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Uşun, S. (2004). *Bilgisayar destekli öğretimin temelleri*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Uzun, N. ve Sağlam, N. (2003). Orta öğretim biyoloji programında genetik konularının değerlendirilmesi ve öğretmen adaylarının genetiğe karşı ilgisinin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 129-136.

- URL-1, http://biyolojisiyesi.tr.gg/TEST_1-k1-H-Ue-CREB-Oe-L-Ue-NMELER%26%23304%3B-k2-.htm Hücre Bölünmeleri. 14 Nisan 2014.
- URL-2, <http://www.fenokulu.net/portal/Sayfa.php?Git=KonuKategorileri&Sayfa=KonuBaslikListesi&baslikid=72&KonuID=1402> Mayoz Bölünme. 28 Ocak 2014.
- URL-3, <http://airer.blogcu.com/egitsel-oyunlar/10320463> Eğitsel Oyunlar. 10 Eylül 2014.
- Ünal, M., Akıncı, Ş. ve Şahin, F. (2001, Eylül). *Biyolojik kavramların öğretilmesinde modellerin rolü: Mitoz bölünme*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ünal, S., Coştu, B. ve Karataş, F. Ö. (2004). Türkiye'de fen bilimleri alanındaki program geliştirme çalışmalarına genel bakış. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 183-202.
- Ünal, S. (2007). "Atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvetler" Konularının öğretiminde yeni bir yaklaşım: Bdö ve kdm'nın birlikte kullanımının kavramsal değişime etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 249-262.
- Varış, F. (1996). *Eğitimde program geliştirme*. Ankara: Alkım Yayıncılık.
- Venkataraman, B. (2009). Visualization and interactivity in the teaching of chemistry to science and non-science students. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 62-69.
- Varol, A. (1996). Bilgisayar destekli öğretim. *Milli Eğitim Vakfı Dergisi*, 35, 24-26.
- Venville, G. J. and Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 9.
- Voska, K. W. and Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conception used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176.
- Wekesa, E., Kiboss, J. and Ndirangu, M. (2006). Improving students' understanding and perception of cell theory in school biology using a computer-based instruction simulation program. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 15(4), 397-410.
- White, R. T. and Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer Press.
- Workman, M. (2004). Performance and perceived effectiveness in computer based and computer- aided education: Do cognitive styles make a difference?. *Computers in Human Behavior*, 20, 517-534.

- Wu, H., Krajcik, J. S. and Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 821–842.
- Yager, E. R. (1992). Viewpoint: What we did not learn from the 60s about science curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8), 905-910.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 102–120.
- Yakışan, M., Yel, M. ve Mutlu, M. (2009). Biyoloji öğretiminde bilgisayar animasyonlarının kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 129-139.
- Yalın, H. İ. (2003). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme* (9.baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Yang, E., Andre, T. and Greenbowe, T. J. (2003). Spatial ability and the impact of visualization animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329 – 349.
- Yaşar, Ş. (1997). *Expanding the effective use of computers in middle and high schools in turkey*. Eskişehir: Anadolu University Publication.
- Yates, T. B. and Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: A study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 7(7).
- Yenice, N. (2003). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğretmen adaylarının fen ve bilgisayar tutumlarına etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 79-8.
- Yenitepe, R. (2002). Bilgisayar destekli pnömatik ve elektro pnömatik eğitimi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 323-330.
- Yeziarski, E. J. and Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the particulate nature of matter using animations to close the gender gap. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 954-960.
- Yıldırım, C. (1999). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (4. baskı). Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2000). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (2.baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C. ve Sinan, O. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının difüzyon ile ilgili kavram yanlışları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 78-99.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, A. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayınevi.

- Yıldırım, G. E., Köklükaya, N. A. ve Aydoğdu, M. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim yöntem-teknik tercihleri ve bu tercihlerinin nedenleri. *Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 15-25.
- Yıldız, H., Sarıtepeci, M. ve Seferoğlu, S. S. (2013). FATİH projesi kapsamında düzenlenen hizmet-içi eğitim etkinliklerinin öğretmenlerin mesleki gelişimine katkılarının ISTE öğretmen standartları açısından incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 375-392.
- Yiğit, N. ve Akdeniz, A. R. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Elektrik devreleri örneği. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 99-113.
- Yiğit, N. (2004). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli uygulamaların başarıya etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 161, 160- 171.
- Yiğit, N. (2002, Eylül). *Bilgisayar destekli benzeşim ve canlandırma uygulama örneklerinin etkili öğrenme ile ilişkisi: Öğretmen eğitimi I. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'* sunulan bildiri, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
- Yin, R. (1994). *Case study research design and methods* (2nd ed.). California: Sage Publications.
- Yip, Y. D. (1998a). Teachers misconceptions of circulatory system. *Journal of Biological Education*, 32(3), 207- 216.
- Yip, Y. D. (1998b). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education*, 20(4), 461-477.
- Yip, Y. D. (1998c). Children's misconceptions on reproduction and implications for teaching. *Journal of Biological Education*, 33(1), 21-26.
- Yoldaş, C. (2002). "8. sınıf fen bilgisi dersi canlılarda çoğalma ve kalıtım ünitesinin öğretiminde bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile geleneksel yöntemin öğrenci başarısına etkileri. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- Yushau, B. (2006). Computer attitude, use, experience, software familiarity and perceived pedagogical usefulness: The case of mathematics professors. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(3), 1-17.
- Yusuf, M. O. and Afolabi, A. O. (2010). Effects of computer assisted instruction (CAI) on secondary school students' performance in biology. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(1), 62-69.
- Yürük, N. ve Çakır, Ö. S. (2000). Lise öğretmen adaylarında oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda görülen kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 185-191.

Zheng, R. and Zhou, B. (2006). Recency effect on problem solving in interactive multimedia learning. *Educational Technology & Society*, 9(2), 107-118.





8. EKLER

Ek 1. Mayoz Bölünme Kavrama Testi (MBK)

Değerli Arkadaşlar;

Bir araştırma projesinde kullanılmak üzere hazırlanan test aşağıda verilmiştir. Bu test hiçbir şekilde sizin başarınızı değerlendirmek amacı ile **kullanılmayacaktır**. Elde edilecek sonuçlar sadece fen eğitiminin kalitesini artırmak için kullanılacaktır. Bu teste vereceğiniz cevaplar araştırmacı tarafından saklı tutulacaktır. Çalışmanın sağlıklı sonuçlar vermesi, sizin vereceğiniz cevaplara bağlı olduğundan dolayı, mümkün olduğu ölçüde, hiçbir soruyu boş bırakmayacak şekilde samimi olarak testi cevaplandırmanızı rica ediyorum. Testi cevapladığınız için teşekkür ederim.

Adı/Soyadı:

Cinsiyetiniz:

SORULAR

1. Bir ana hücrenin mayoz bölünme geçirdikten sonraki durumu ne olur?

- A) Dört yeni hücreden birisini oluşur.
- B) Dört yeni ana hücre oluşur.
- C) Yeni hücreler oluşuktan sonra kaybolur.
- D) Ana hücreden dört yeni hücre oluşur.
- E) İki yeni hücreden biri oluşur.

2. Kromozomların kendilerini tetrat olarak eşlediği safha hangi **safhadır**?

- A) Metafaz-I
- B) Anafaz-I
- C) Profaz-I
- D) Profaz-II
- E) İnterfaz

3. Mayoz bölünme ile ilgili olarak verilen ifadelerden hangisi **doğrudur**?

- A) Sonuçta iki yeni hücre oluşur.
- B) Türe ait kromozom sayısının değişmezliğini sağlar.
- C) Hücre iki kez bölünür.
- D) Crossing-over olayı telofaz-I safhasında gerçekleşir.
- E) Homolog kromozomlar arasında sinapsis olayı görülmez.

4. Kromozomlar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- I. Hücre bölünmesi esnasında kromozomlar kısalıp kalınlaşır.

II. Her canlı türünün hücrelerindeki kromozom sayısı belli ve sabittir.

III. Canlıların gelişmişlik düzeyi ile kromozom sayısı arasında doğru orantı vardır.

- A) I ve II
- B) Yalnız I
- C) I, II ve III
- D) I ve III
- E) II ve III

5. Aşağıdaki ifadeleri oluş sırasına göre sıralayınız?

- I. Homolog kromozom çiftleri yanyana gelerek tetrat denilen yapıların oluşması.
- II. Homolog kromozomların ayrılması
- III. Sentrozomlar kendini eşleyerek zıt kutuplara çekilmesi
- IV. Kardeş kromatidlerin ayrılması

- A) II-I-III-IV
- B) IV-III-II-I
- C) III-I-II-IV
- D) II-III-I-IV
- E) I-II-III-IV

6. Aşağıdaki olaylardan hangisi mayoz bölünmenin profaz-II safhasında görülür?

- A) Homolog kromozomlar biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılır.
- B) Crossing-over olayı bu safhada gerçekleşir.
- C) Homolog kromozomlar yan yana gelir.
- D) Kromatinler kısalıp kalınlaşarak kromatid halini alarak her bir kromozom iki kromatidli hale gelir.
- E) Eşlenmiş kromozomlar sıra halinde, ekvator bölgesinde dizilirler.

Ek 1'in devamı

7. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi kromatid sayısı 8, tetrat sayısı 2 olan bir hücre mayoz bölünmenin hangi safhasındadır?



- A) Metefaz-I
- B) Metafaz-II
- C) Profaz-I
- D) Anafaz-II
- E) Anafaz-I

8. Normal bir mayoz bölünmenin anafaz evresi aşağıdakilerden hangisi gerçekleştiikten hemen sonra başlar?

- A) Homolog kromozom ayrılması
- B) Kromozomlar iki sıra halinde, ekvator bölgesinde dizilmesi
- C) Hücrede DNA miktarının iki katına çıkması
- D) Sentrozomlar kendini eşleyerek zıt kutuplara çekilmesi
- E) Crossing-over olayının görülmesi

9. Mayoz bölünme aşağıdaki nedenlerin hangisinden dolayı evrimsel açıdan önemlidir?

- A) Bir hücreden iki hücre oluşturması
- B) Kromozom sayısını koruması
- C) Aynı kalıtsal özellikte hücreler oluşturması
- D) Kromozomların eşlenmesini sağlaması
- E) Kalıtsal varyasyonlara yol açması

10. Bölünebilen bir hücrede bulunan sentrioller hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Mayoz bölünme hücrenin çekirdeğinde gerçekleşir ve sentrioller de çekirdekte bulunur.
- B) Sentrioller sentrozomu oluşturan yapılardır ve sentrozom sürekli olarak sitoplazmada bulunurlar.
- C) Sentrioller interfaz evresinde çekirdekte bulunurlar ancak bölünme sırasında çekirdek zarının erimesiyle sitoplazmaya geçerler.
- D) Sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler.
- E) Hücre bölünmesinin ilk başlangıcı dışında kullanılmazlar.

11. Resimde görüldüğü gibi mayoz bölünme geçiren hücrenin durumu aşağıdakilerden hangisi tam olarak anlatmaktadır. ($2n=4$)



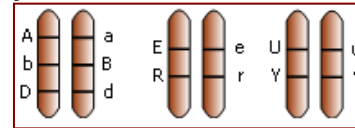
- A) Homolog kromozomların karşılıklı olarak kutuplara çekildiği safhadır.
- B) Bu safhada tetrat oluşumu için ortam oluşturulmaktadır.
- C) Kardeş kromatidlerin kutuplara çekildiği Mayoz-I evresidir.
- D) Bu hücrede bir daha bölünme gerçekleşmez.
- E) Bu olay organizmada bulunan tüm hücrelerde bulunur.

12. Aşağıdakilerden hangisi mayoz bölünmedeki çeşitliliğin olmadığı durumları ifade etmektedir?

- I. Bitkilerde, haploit (n) kromozomlu hücrelerin bölünmesi sonucunda, dişi ve erkek gametlerin oluşması
- II. Balık ve kurbağalarda, dişi ve erkek üreme hücrelerinin su ortamında döllenerek eşeyli üremenin sağlanması
- III. Kara yosunlarında, mayoz bölünmeyle oluşan sporlardan gelişen, haploit bitkilerden gametlerin oluşması

- A) Yalnız II
- B) II ve III
- C) Yalnız I
- D) I ve II
- E) I ve III

13. $2n=6$ olan bir canlıda genlerin kromozomlar üzerindeki dizilişi aşağıdaki şekildedir:



Bu canlının aşağıdaki gametlerinden hangisi mayoz bölünme sırasında crossing-over olduğunu gösterir?

- A) AbDeruy
- B) ABdERUY
- C) aBderUY
- D) AbDERUY
- E) aBderuy

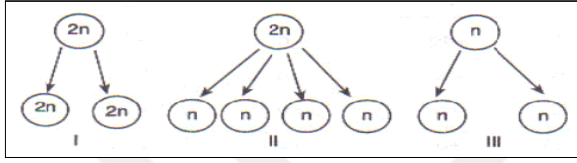
Ek 1'in devamı

14. İnterfaz evresinde aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?

- I. DNA kendini eşler.
II. Protein sentezi artar.
III. Mitokondride üretilen ATP miktarı artar.

- A) II ve III
B) I, II ve III
C) I, II
D) I ve III
E) Yalnız I

15. Aşağıdaki bölünme çeşitlerinden hangisinde krossing-over olayının görülme ihtimali vardır?



- A) Yalnız II
B) Yalnız I
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

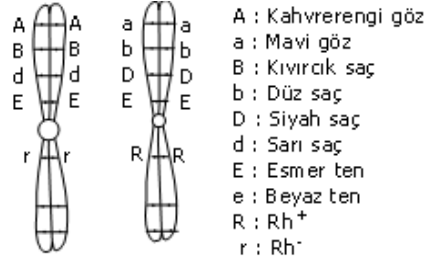
16. Aşağıdaki şekil profaz I evresini geçirmekte olan $2n=2$ kromozomlu bir hayvan hücresine aittir. Bu hücrenin geçirdiği bölünme ile ilgili, ifadelerinden **hangileri doğrudur?**



- I. Krossing-over kardeş olmayan kromatitler arasında gerçekleşir.
II. Bölünme sonrasında oluşan her hücrede bir kromatitli bir kromozom bulunur.
III. Kromozomlardaki kromatitlerden birer tanesi interfazda hücre tarafından sentezlenmiştir.

- A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

17.



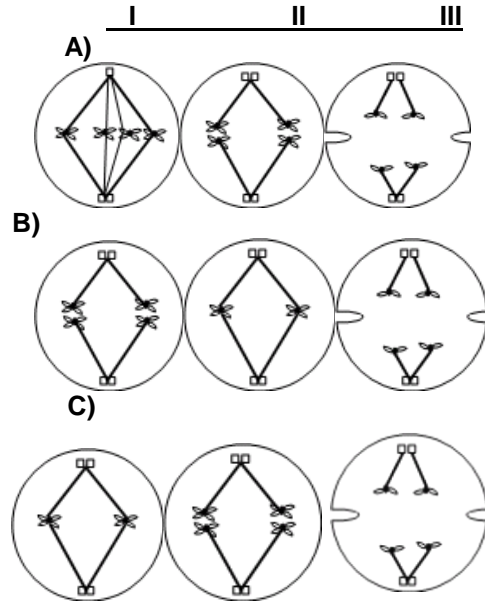
Yukarıdaki şekil bir homolog kromozom çifti üzerindeki genleri sembolik olarak göstermektedir.

Bu homolog kromozom çifti üzerinde bulunan hangi genlere ait aleller arasında gerçekleşecek parça değişimi (krossing-over) çeşitliliğe neden **olamaz?**

- A) A
B) B
C) D
D) E
E) R

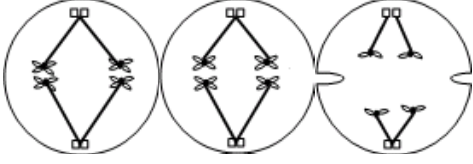
18. $2n=4$ kromozoma sahip bir hücrenin mayoz bölünmeye ait evrelerindeki görüntüleri aşağıdaki hangi seçenekte **doğru verilmiştir?**

I.	Metafaz I
II.	Metafaz II
III.	Telofaz II. başlangıcı

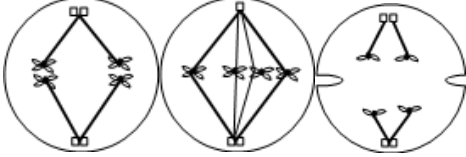


Ek 1'in devamı

D)



E)



19. Mayoz I bölünmesi sırasında,

I.	Krossing-over
II.	Sinapsis
III.	Sitokinez

olayları hangi sıraya göre **gerçekleşir**?

- A) I - II - III
 B) I - III - II
 C) II - I - III
 D) II - III - I
 E) III - I - II

20. Mayoz bölünmede;

I. Krossing over olayı

II. Sinapsis olayı

III. Kardeş kromatidlerin ayrılması

Yukarıdakilerden hangisi kalıtsal çeşitliliği sağlayan olaylar **arasındadır**?

- A) Yalnız I
 B) I ve II
 C) Yalnız II
 D) I ve III
 E) I, II ve III

21. Canlılarda gerçekleşen,

I. Kromozomların kutuplara düzenli olarak çekilmesi,

II. Mayozda homolog kromozomlar arasında parça değişiminin olması,

III. İnterfazda DNA'nın kendini eşlemesi,

IV. Mayozda homolog kromozomların ekvator düzleminde rastgele dizilmesi

olaylarından kural olarak genetik çeşitliliği artıranlar, aşağıdakilerin hangisinde birlikte verilmiştir?

- A) I ve II
 B) I ve III
 C) II ve III
 D) II ve IV
 E) III ve IV

22. Aşağıdakilerden hangisi mayoz bölünme ile sağlanır?

- A) Planaryada yenilenme
 B) Eğreltilerde yenilenme
 C) Memelilerde gamet oluşumu
 D) İnsanda yaraların iyileşmesi
 E) Omurgalılarda büyüme ve gelişme

23. Aşağıdakilerden hangisi veya hangileri homolog kromozomlarla ilgili olarak **doğrudur**?

I. Tetratı oluşturan yapılarıdır.

II. Biri anadan diğeri babadan gelen kromozom çiftidir.

III. Homolog kromozomlar bölünemez.

- A) I, II ve III
 B) I ve II
 C) II ve III
 D) I ve III
 E) Yalnız II

24. Krossing-over ile ilgili ifadelerden hangisi **doğrudur**?

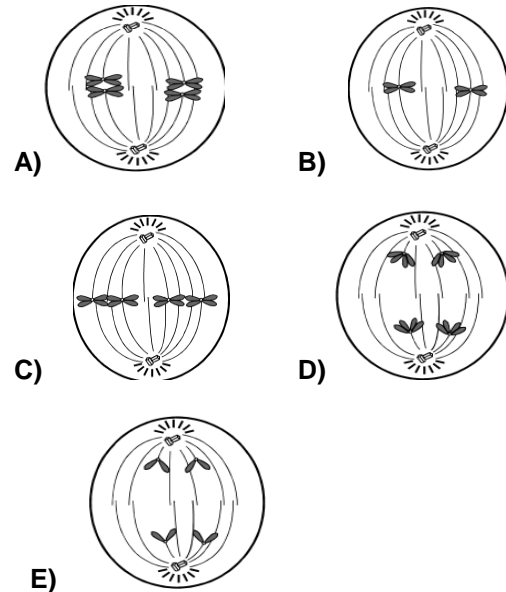
A) Krossing-over ile genlerin yapısı değişir.

B) Kromozomlar üzerindeki diziliş sırası değişir.

C) Stoplazmada gerçekleşir.

D) Gen kombinasyonlarının oluşmamasında hiçbir etkisi yoktur.

E) Mayozun Profaz-II evresinde gerçekleşir.

25. Aşağıdaki bölünme evrelerinden hangisi, mayoz bölünme geçiren $2n=4$ kromozumlu bir hücreye ait **olamaz**?

Ek 2. Mayoz Bölünme Başarı Testi Madde Analizi Formülleri

Madde analiziyle su üç soru cevaplandırılmaya çalışılır (Tekin, 2000):

- 1.Maddenin bağıl güçlük derecesi nedir?
- 2.Madde iyi öğrenci ile zayıf öğrenciyi birbirinden ayırt ediyor mu?
- 3.Maddenin çeldiricileri iyi çalışmış mı? Çeldiriciler yeterli bilgiye sahip olmayan zayıf öğrencileri yanıltmış, kendine çekmiş mi?

Birinci soru maddenin güvenilirlik niteliği, ikinci ve üçüncü sorular ise maddenin geçerlik özelliği ile ilgilidir. Başka bir ifade ile, madde güçlüğü, kullanımına göre, hem güvenilirlik hem de geçerlik ile ilgili bilgi verebilir (Yıldırım, 1999). Madde analizi sürecinde öncelikle bütün cevap kâğıtları en yüksek puandan en düşük puana doğru sıraya konur. Sıraya konan cevap kâğıtlarından üstten ve alttan % 27'lik dilimlerde yer alan kâğıtlar analiz için ayrılır. Cevap kâğıtlarının bir kısmı analize dahil edilmediği için, madde güçlüğü, sadece alt ve üst gruptaki doğru cevap oranlarının ortalaması alınarak hesaplanır. Bu işlem su şekilde formüle edilmektedir (Turgut, 1997):

$$P_j = \frac{D_{\text{ü}} + D_{\text{a}}}{2 N'}$$

P_j : j maddesinin güçlük indisi

$D_{\text{ü}}$: Üst gruptaki doğru cevap sayısı

D_{a} : Alt gruptaki doğru cevap sayısı

N' : Tüm grubun % 27' si

Maddelerin ayırt edicilik indisleri aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Özçelik, 1997):

$$R_j = \frac{(D_{\text{ü}} - D_{\text{a}})}{N'}$$

R_j : j maddesinin ayırt edicilik indisi

Çalışmada kullanılan testin madde analizinde bu formüllerden yararlanılmıştır. Pilot çalışma 50 kişi üzerinde yapıldığından tüm grubun % 27'lik kısmı $50 \times 27/100 \cong 14$ kişi olarak bulunmuştur. Testin madde analizi sonuçları Ek 3'te yer verilmiştir.

Madde analizi yapılmış testlerde güvenilirlik katsayısını hesaplamak için en çok kullanılan yöntem Kuder-Richardson 20 ve 21 formüllerinin kullanılmasıyla yapılan güvenilirlik hesaplamalarıdır. Bu formüller, testteki her bir maddenin aynı değişkeni ölçtüğü, yani testin ölçtüğü şeyin homojen olduğu sayılına dayanmaktadırlar. Eğer testteki tüm maddelerin güçlük dereceleri birbirine yakın ise güvenilirlik için *KR-21 formülü* kullanılmaktadır. Ancak bu çalışmada kullanılan testin madde güçlükleri birbirine yakın olmadığından güvenilirlik hesaplaması *KR-20 formülü* kullanılarak belirlenmiştir. KR-20 formülü aşağıda verilmiştir:

Ek 2'nin devamı

$$r = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum P_j [1 - P_j]}{S^2} \right)$$

Bu formülde sembollerin anlamları şöyledir:

r : Güvenirlilik indisi (katsayısı),

K: Testteki madde sayısı,

S: Standart kayma,

$S = \sqrt{\sum R_j P_j (1 - P_j)}$ formülü ile hesaplanır.



Ek 3. Mayoz Bölünme Kavrama Başarı Testinde Kuullanılan Formüller

Madde No	Dü	Da	Pj	Rj	Pj (1-Pj)	$\frac{Rj}{\sqrt{Pj(1-Pj)}}$	Açıklamalar (Rj'ye göre)
1	0	1	0.03	0.07	0.0009	0,0021	Kullanılmamalı
2	12	7	0.67	0.38	0.2211	0.1786	İyi
3	3	4	0.25	-0.07	0.1875	-0.0303	Kullanılmamalı
4	1	0	0.03	0.07	0.0279	0.0116	Kullanılmamalı
5	8	2	0.35	0.42	0.2275	0.1892	Çok iyi
6	4	2	0.21	0.14	0.1659	0.0570	Kullanılmamalı
7	5	0	0.17	0.35	0.1411	0.1314	İyi
8	7	2	0.32	0.35	0.2176	0.1632	İyi
9	3	1	0.14	0.14	0.1204	0.0485	Kullanılmamalı
10	6	1	0.25	0.35	0.1875	0.0909	İyi
11	6	0	0.21	0.42	0.1659	0.4073	Çok iyi
12	7	2	0.32	0.35	0.2176	0.0979	İyi
13	11	9	0.75	0.14	0.1716	0.1159	Kullanılmamalı
14	1	1	0.07	0,00	0.0651	0,0000	Kullanılmamalı
15	11	4	0.53	0.50	0.2491	0.2495	Çok iyi
16	6	1	0.25	0.35	0.1411	0.0939	İyi
17	7	2	0.32	0.35	0.2176	0.0979	İyi
18	6	6	0.42	0.00	0.2436	0.0000	Kullanılmamalı
19	8	0	0.28	0.57	0.2016	0.2559	Çok iyi
20	5	0	0.17	0.35	0.1411	0.1314	İyi
21	10	3	0.46	0.50	0.2484	0.2491	Çok iyi
22	5	0	0.17	0.35	0.1411	0.1314	İyi
23	9	3	0.42	0.42	0.2436	0.2072	Çok iyi
24	13	3	0.57	0.71	0.2451	0.3515	Çok iyi
25	8	3	0.35	0.35	0.2275	0.1383	İyi
26	12	4	0.57	0.57	0.2451	0.2821	Çok iyi
27	8	3	0.39	0.35	0.2379	0.1707	Çok iyi
28	7	1	0.28	0.42	0.2016	0.1885	Çok iyi
29	6	1	0.25	0.35	0.1875	0.0909	İyi
30	14	4	0.64	0.71	0.2304	0.3408	Çok iyi
31	10	2	0.42	0.57	0.2436	0.2813	Çok iyi
32	9	3	0.42	0.42	0.2436	0.2072	Çok iyi
33	15	2	0.60	0.46	0.2400	0.2253	Çok iyi

Ek 4. Öğretmen Adaylarının Ön Testte Verdikleri Cevaplar, Testteki Toplam Doğru Cevap Sayıları ve Testten Aldıkları Toplam Puanlar

Öğrenci	Test Maddeleri																									Doğru Cevap Sayısı	Toplam Puan (*)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	A	B	E	A	B	A	A	E	C	A	A	E	B	B	A	E	D	E	C	B	D	C	C	A	C	8	32
2	D	C	B	C	B	D	A	B	E	B	B	E	A	B	D	E	C	E	A	B	E	C	A	E	D	12	48
3	D	C			C	D	C	A	E	A	C	E		B	A	E	C	C	C	D	A	A	D		A	9	36
4	D	D	B	A	C	D	C	C	E	B	A	A	B	B	A	A	D	E	C	A	D	B	A	B	D	15	60
5	D	C	C	B	D	D	D	B	A	A	B	A	B	B	A	E				A	D	C	B	A	E	9	36
6	A	C	D	A	D	A	C	B	E	B	A	B	A	A	B	E	A	E		B	D	B	C	A		11	44
7	D	A	B	A	C	D	A	B	E	B	B	C	C	B	C		D	E	C	B	A	C	A	C	D	13	52
8	D	D	B	B	C	D	D	A	B	C	A	C	B	C	A	B	D		A	C	B	A		A		8	32
9	D	A	B	C	D			B	E	B	A	A	C	C	A	E	B	C	B	A	B	A	E	A	D	8	32
10	B	B	B	A	C	D	C	A	D	B	A	C	B	B	C	A	B	A	C		C	C	A	A	E	10	45
11	A	B	B	A	C	D		B	B		C	B	B	E	A	E	A	B		D	A	B	A	A	D	7	28
12	A	C	D	A	E	D	A	B	B	A	A	D	E	A	D			C	E	B	E	E	B	D	A	5	20
13	D	C	B	C	A	C	D	B	E	C	E	D	A	B	A	B	A	C	A	B	C	C	A	E	D	10	40
14	D	A	A	D	A	D	D	C	E	B	A	A		B	A		D	E		B	C	D	B	A	E	9	36
15	B	D	B	D	C	A	E	B	A	A		A	B	B	A	E	E		B	D	D	A	A	A	D	5	20
16	B	C	D	C	C	E	D	B	A	B		C	A	B	D	C	E	E		C	A	A	A	B	E	6	24
17	D	E	B	D	B	B	B	C	B	C	A	E		C			A		D	E	A	C	B	A	E	5	20
18	D	A	B	A	D	D	E	C	E	B	C	A	B		A	C	D	A	C	E		B	A	D	B	9	36
19	A	A	D	B	C	A	E	A	B	B	C	C	E	C	A	C	B	A	B	A		E	C	A	E	3	12
20	B	C	A	A	D	C	C	B	E	B	B	C	D	A	E	C	D	C	E	C	D	D	A	E	A	9	36
21	B	C	C	C	D	E	C	B	E	D	B	B	D	E	A	E	B	E	A	D	D	D	B	B	A	8	32
22	D	B	B	B	C	E	C	B	E	B	B	C	A	C	A	E	C	E		D	B	C	A	A	B	11	44
23	D	E	B	B	C	D	C	B	E	B	E	E	D	D	A	B	D			A		C	D	A	C	10	40
24	D	E	B	A	C	D	A	C	E	B	A	E	B	A	A	C	D	B		B	E	C	A	A	B	13	52
25	C	E	C	A	C	A	D	E	E	D	E	C	B	D	A	A	D	C	B	B	E	A	A	A	E	7	28
26	A	C	D	D		B	E	D	A	B	D	B	D	B	A			E	C	C	B	E	B	E	D	6	24
27	B	D	B	A	A	C	B	D	A	C	A	E	B	B	A		D	B		C	B	C	C	B	A	10	40
28	A	D	A	B	C	C	A	A	B	E	D	E	B	C	A	C	A	E	A	C	B	C	E	C	E	6	24
29	D	C	B	C	B	C	B	A	C	E	A	C	D	B	E	E	C	C		B		C	A	A	C	8	32
30	B	D	A	C	B	C		E	E	B	D	A	A	C	B	D	D	A		A	B	B	B	D	A	5	20
31	C	D	D	E	C	E	D	E	C	B	C	B	C	E	A	D	E		E	E	E	A	D	A	A	2	8
32	B	A	B	A	A	B	A	A	E	B	D	B	C	B	A	E	B	E		D	A	C	E	A	E	8	32
33	E	C	A	A	C	C	C	C	E	B	E	E	B	D	A	A	A	C	D	C	C	B	A	E	D	10	40
34	D	C	A	A	C	C	D	E	B	D	A	E	B	D	A	B	E	A	B	B	D	E	C	B	A	11	44
35	C	B	C	E	A	C	B	C	D	E	E	D	A	E	A		A	E	A	A	D	B	A	E	D	4	16
36	B	A	D	C	E	B	E	B	C	E	C	D	C	B	C	B	D		A	B	D	C	C	B	A	6	24
37	D	C	E	E	E	C	C	B	D	E	B	A	E	B	C	E	D	C	E	C	B	C	E	D	C	8	32
38	C	C	E	C	B	A	C	D	E	A	A	E	A	B	A	B				E	E	E	B	A	E	7	28
39	D	E	D	B	B	B	C	B	E	D	E	E	B	B	C	D	D	A	E		C	E	D	C	B	7	28
40	D	C	E	A	D	A	A	A	E	B	D	E	D	B	A		A	E	C	B	C	B	A	E	D	11	44
41	B	C	C	A	D	C	B	A	E	B	A	D	B	D	C	E	D			C	A	E	C	B	A	9	36
42	B	C	E	A	A	C	D	E	A	A	C	D	B	B	A	A	B	B		D	E	C	E	D	C	4	16
43	D	C	D	E	C	A	C	E	E	D	A	A	E	C	A	C	C		B	D	D	B	B	A	E	8	32
44	C	C	E	A	B	E	C	C	E	E	A	E	B	A	A	B	C	A	A	A	D	A	D	C	B	6	24
45	D	D	E	A	B	D	C	B	B	B	D	E	B	B	A	B	E	E	E	D	E	B	B	C	D	8	32
46	B	C	D	A	C	B	D	B	C	A	C	D	A	A	A		D		C	A	E	B	C	A	E	7	28
47	C	C	A	B	C	E	C		D	C	D	C	C		B	D	D	B	D	C	E	C	A	E	D	5	20
48	D	A	A	D	E	D	D	B	E	C			E	B	C	D	A	E	D	A	C	E	C	A	E	4	16
49	B	C	A	D	E	D	C	D	E	B	C	B	E	B	A	A	D	E	E	A	B	C	A	D	E	11	44
50	A	C	C	A	B	C	C	C	E	B	C	D		B	A	D	D		C	E	E	C	E	A	E	10	40

(*) Yüz (100) üzerinden öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar

Ek 5. Örneklemdeki Öğretmen Adaylarının Ön Testteki Sorulara Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

Test Maddeleri	A		B		C		D		E		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	8	16	13	26	6	12	22*	44	1	2	0	0
2	8	16	5	10	24*	48	8	16	5	10	0	0
3	9	18	17*	34	6	12	10	20	7	14	1	2
4	22*	44	8	16	9	18	6	12	4	8	1	2
5	6	12	10	20	20*	40	8	16	5	10	1	2
6	9	18	6	12	12*	24	16	32	6	12	1	2
7	8	16	5	10	19*	38	10	20	5	10	3	6
8	9	18	20*	40	9	18	5	10	6	12	1	2
9	6	12	7	14	5	10	4	8	28*	56	0	0
10	8	16	25*	50	6	12	4	8	6	12	1	2
11	15*	30	7	14	10	20	8	16	6	12	3	6
12	10	20	7	14	11	22	8	16	13*	26	1	2
13	9	18	19*	38	6	12	6	12	6	12	4	8
14	6	12	26*	52	8	16	4	8	4	8	2	4
15	34*	68	3	6	7	14	3	6	2	4	1	2
16	6	12	8	16	7	14	6	12	14*	28	9	18
17	10	20	6	12	6	12	19*	38	5	10	4	8
18	7	14	5	10	9	18	0	0	17*	34	12	24
19	9	18	6	12	9*	18	4	8	7	14	15	30
20	11	20	13*	26	10	20	9	18	5	10	2	4
21	7	14	8	16	7	14	12*	24	12	24	4	8
22	8	16	12	24	17*	34	3	6	10	20	0	0
23	20	40	10	20	9	18	5	10	5*	10	1	2
24	23	46	7*	14	5	10	6	12	8	16	1	2
25	10	20	5	10	5*	10	13	26	15	30	2	4

* : Doğru cevabı içeren seçenek

Ek 6. Öğretmen Adaylarının Son Testte Verdikleri Cevaplar, Testteki Toplam Doğru Cevap Sayıları ve Testten Aldıkları Toplam Puanlar

Öğrenci	Test Maddeleri																									Doğru Cevap Sayısı	Toplam Puan (*)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	D	C	B	A	C	C	A	B	E	B	A	A	B	B	A	E	D	A	C	B	E	C	E	B	C	21	48
2	D	C	B	B	C	B	C	D	E	A	A	E	B	B	B	E	D	E	E	B	D	C	D	B	B	17	68
3	D	C	B		C	C	C	B		B	A	E	B	B	A	E	D	E	C	B		C	E	B	C	22	88
4	D	B	B	A	C	C	A	B	E	B	C	E	B	B	A	E	D	B	C	B	D	E	E	B	C	20	80
5	A	C	B	A	C	A	C		E	D	A		B	B	A	E	A	E	D	B	B	C		B	C	16	64
6	D		B	A	C	C	A	B	E	B	B	E	B	B	A	E	D	A	C	B	D	D	E	B	C	20	80
7	A	C	B	A	C	A	C	E	E	B	A	D	B	B	A	E		E	C	B	A	C	E	B	C	19	76
8	D	A	B	A		C	B	B	A	B	A	E		B	A		D	A	C	B	D	D	E	B	C	17	68
9	D	C	A	A	C	B	C		E		A		B	A	E	E		E	C	B		C	B	B	C	16	64
10	D	B	B	A	C	C	C	B	E	B	A	E	B	B	A	A	D	E	C	B	D	E	E	B	C	22	88
11	A	C	A	A	C	C	C	B	E	B	A	E	B	B	B	E		E	C	B	B	C	A	B	C	19	28
12	A		D	B	E	D	A	B	B	A	A	D	E	C	D	A		A	E	A	E	E	B	A	A	18	72
13	A	C	B	A		C	C	B	E	B	A	E	A	B	A	E	D	E	C	B	D	C	E	B	C	23	96
14	D	C	B	B	C		C	B	E	B	A	A	B	D	A	E	D	E	C	B	D	C	E	B	C	21	84
15	D	C	A	A	A	C		B	E	B	C	E		B	D	E	D	E	A	B	D	C	E	B	B	17	68
16	D	B	B		C	A	C	C	E		A	B	B		A	A	D	B	C	D	D	C	E	A	C	14	56
17	B	C		A	A	C	D	B	C	B	C	E	C	B	E	E	E	E	A	B	C	C	A	B		12	48
18	D	A	B	B	C	A	C	C	E	B	A	A	B	B	A	A	D	E	C		D	C	E	B	C	18	72
19		C	A	A	B	C	A	B		B	B	E	A	B	D	E	C	E		B	B	C		D	A	11	44
20	D	B	B	B	C	B	C	E	E	D	A		B	A	A	E	D	D	C	B	D	C	E	B	C	17	68
21	D	C		A	B	C	B	B	A	B	A	E		B	C	E	A	E		B	D	C	E	B	C	17	68
22	D	A	B	B	C		C	B	E	B	A	A	B	B	A	D	D	E	C	B	D	C	E	B	C	20	80
23	A	C	B	A	C	C	B	B	E	B	E	E	B	B	A	E	C	E	C	B	D	C	E	B	C	21	84
24	D	A	B	A	C	B	C	D	E	B	A		B	B	A	E	D	A	C	B	D	C	E	B	C	20	80
25	C	C	B	A	B	C	C	B		B	B	E	E	B	A	E		E	C	B	D		E	B	C	18	72
26	D	B	B		C	B	C	A	E		A	B	B	C	A	D	D	C	C	B		C	D	B	C	14	56
27	D	C		A	C	C	C	B	B	B	A	E		B	B	E	D	E	D	B	D	C	E	B	C	20	80
28	D		B	B	C	C	C		E	A	A	D	B		A		D	C	C		D	A	E	D		13	52
29	C	C	B	A	A	C		B	B	B		E		B	B	E		E	C	B	B	C	E	B	C	16	64
30	D	A	B	A	C		C	B	E	A	A	A	B	B	A	E	D	E	C	B	D	C	B	B	C	20	80
31	A	C	E	A	D	C	A	B	B	B	E	E	C	B		D	B	D	B		D	E	A	C	11	44	
32	D	B	B	C	C	B	C	A	E	B	A	D	B	C	A	E	A	E	C	E	D	C	B	B		15	60
33	A	C	B	A	E	C	C	B	B	B	A	E	C	B	A	E	D	E	C	B	A	C	E	B	C	20	80
34	D	B	B	A	C	B	C	B	E	A	A	E	B	B	A	E	D	E	C	B	D	C	E	B	C	21	84
35	E	C	E	A		C	A	B	A	B		E	D	B	A		D	D	C	B	D	A	E		13	52	
36	D	A	B		C	B	C	D	E	E	A	C	B	A	A	E	E	E	A	B	D	C	C	B	E	14	56
37	D	C	E	A	C	C	B	B	E	B	C	E	B	B	A	E	D		C	B	D	C	E	B	C	21	84
38	D	A	B	B	C	C	C	A	E	B	A	A	B	B	A	E	A	E		B	D	C		C	17	68	
39	A	C	C	A	B	C	B	B	A	B	D	E	B	B	A	E	D	E	C	A	D	C	E	B	C	18	72
40	D	C	B	B	C	A	C	B	E	B	A	D	B	B	A	E	D	E	E	B	D	C	E	B	C	22	88
41	D	C	C	A	B	C	A	B	E	B	D	E	A	B	A	E	D	E	C	B	D	C	E	B	C	20	80
42	D	E	B	E	C		C		E	A	A	C	C	A	A	E	D	D	C		D		E	B		13	52
43	D	C	C	A	C	C		B	A	B	C	E	B	B	B	E	E	E	C	B	E	C	A	B	C	17	68
44	D		B	B	C	C	C	A	E	B	A	E	B	B	A	A	D	E	C	B	D	C	E	B	C	21	84
45	A	C	C	A	A	C	D	B		B	A	E	B	B	C	E	B	E	C	B	D	C	E	B	C	18	72
46	D	D	B	E	C	A	C		E	B	A	E	B	E	A	E	D	D	C	B	D	C	E	B	C	19	76
47	B	C	D	A	C	C		B		B	A	E	A	B	E	E	C	E	A	B	D	C	E	B	C	17	68
48	D	A	B	E	C	B	C	D	E	E	A	E	B		A	E	D	E	C	B	D	C	E	B	C	19	76
49	A	C	A	A	C	C	C	B	E	B	A	E	B	B	A	E	D	E	C	B	D	C	E	B	C	23	96
50	D	B	B	C	C	C	C	B	E	B	A	E	E	B	A	E	D	E	C	B	D	C	D	B	C	21	84

(*) Yüz (100) üzerinden öğretmen adaylarının testten aldıkları toplam puanlar

Ek 7. Örneklemdaki Öğretmen Adaylarının Son Testteki Sorulara Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Frekans Ve Yüzde Dağılımları

Test Maddeleri	A		B		C		D		E		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	11	22	2	4	2	4	33*	66	1	2	1	2
2	8	16	8	16	28*	56	1	2	1	2	4	8
3	5	10	33*	66	4	8	2	4	3	6	3	6
4	31*	62	9	18	2	4	0	0	3	6	3	6
5	4	8	5	10	35*	70	1	2	2	4	3	6
6	6	12	9	18	30*	60	1	2	0	0	4	8
7	8	16	5	10	31*	62	2	4	0	0	4	8
8	4	8	33*	66	2	4	4	8	2	4	5	10
9	5	10	5	10	1	2	0	0	34*	68	5	10
10	6	12	37*	74	0	0	2	4	2	4	3	6
11	36*	72	3	6	5	10	2	4	2	4	2	4
12	6	12	2	4	2	4	5	10	31*	62	4	8
13	4	8	33*	66	4	8	1	2	3	6	5	10
14	4	8	38*	76	3	6	1	2	1	2	3	6
15	36*	72	5	10	2	4	3	6	3	6	1	2
16	5	10	0	0	0	0	2	4	39*	78	4	8
17	4	8	1	2	3	6	33*	66	3	6	6	12
18	5	10	3	6	2	4	4	8	35*	70	1	2
19	4	8	0	0	37*	74	3	6	3	6	3	6
20	2	4	43*	86	0	0	1	2	1	2	3	6
21	2	4	4	8	1	2	36*	72	3	6	4	8
22	2	4	0	0	40*	80	3	6	3	6	2	4
23	3	6	4	8	1	2	3	6	36*	72	3	6
24	3	6	43*	86	0	0	2	4	0	0	2	4
25	2	4	2	4	40*	80	0	0	1	2	5	10

* : Doğru cevabı içeren seçenek

Ek 8. Kavramlara Yönelik Yapılan Mülakat Soruları

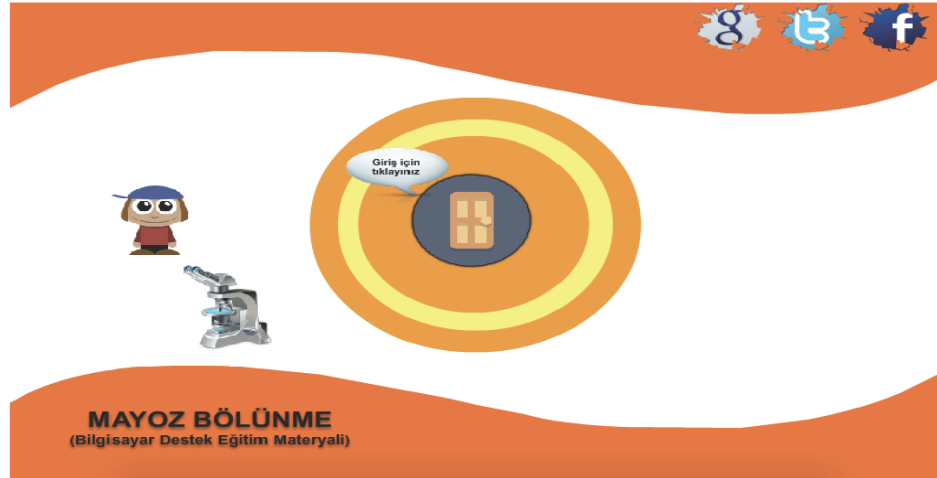
1. Mayoz bölünme sonucunda oluşan hücreler hakkında fikriniz nedir?
2. Kromozom hakkında bilginiz nedir?
3. Crossing over hakkında bilgileriniz nelerdir?
4. Kalıtsal Çeşitliliği nasıl ifade edersiniz?
5. Homolog kromozom deyince ne anlıyorsunuz?
6. Profaz-I safhasını açıkla mısınız?
7. Metafaz-I safhasını açıkla mısınız?
8. Anafaz-I safhasını açıkla mısınız?
9. Telofaz-I safhasını açıkla mısınız?
10. Profaz-II safhasını açıkla mısınız?

Ek 9. Materyale Yönelik Yapılan Mülakat Soruları

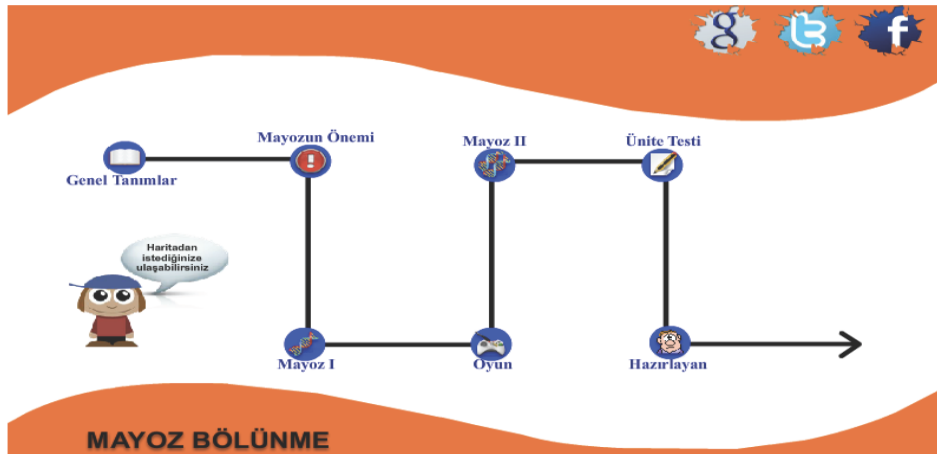
1. Mayoz bölünme konusunun bilgisayara dayalı materyaller materyaller kullanılarak işlenmesi biyoloji dersine karşı tutumunuzu değiştirdi mi? Düşünceleriniz nelerdir?
2. Derslerin bu şekilde yürütülmesi sizlere neler kazandırdı? Açıklayınız.
3. Dersleri işlerken bilgisayara dayalı yöntem ile mi, yoksa geleneksel yöntemlerle mi işlenilmesini istersiniz? Sebebini de açıklayınız.
4. Bilgisayara dayalı yaklaşımla yürütülen derslerde eksik gördüğünüz noktalar var mı? Varsa bunlar nelerdir?
5. Başka ne gibi etkinliklerle derslerin yürütülmesini istersiniz?
6. Mesleki yaşantınızda derslerinizi yürütürken bu yaklaşımı kullanmayı düşünür müsünüz? Niçin?
7. Bu bölümde okumasaydınız biyoloji ile ilgili bir bölümde okumayı düşünür müydünüz? Düşünüyorsanız bunda ne etkili oldu?
8. Bu derslerden önce ve bu derslerden sonra biyolojiyi sevme derecenizi 0-5 arasında derecelendirirseniz önce ve sonra vereceğiniz puan kaç olur?

Ek 10. BDÖ Materyalinin Görüntüleri

1.Resim



2.Resim



3.Resim

Mayoz Bölünme Nedir?

Kromozom

DNA

GEN

Ders: Fen Bilgisi
Konu: Mayoz Bölünme

Kromozom: DNA'nın histon proteinleri etrafına sarılmasıyla, yoğunlaşarak oluşturduğu, canlılarda kalıtımı sağlayan genetik birimlerdir. Birçok canlı gibi insan da trilyonlarca hücreden meydana gelir. Hücre, bitkisel ya da hayvansal her türlü yaşam biçiminin en küçük birimidir. Her hücre bir sitoplazma ve çekirdekten meydana gelir. Çekirdeğin içinde ise kromozom adı verilen iplikçi parçalar bulunur. Kromozomlar, molekül yapıları çok iyi bilinen DNA (deoksiribo nükleik asit) zinciri ile histon denilen protein zincirinden oluşur. DNA zincirleri de özgül proteinleri sentezlemekle görevli gen adı verilen birimlerden oluşur (MEB, 2011).

Giriş Genel Tanımlar Mayozun Önemi Mayoz I Mayoz II Oyun Ünite Testi Hazırlayanlar

Ek 10'un devamı

4. Resim



Ders: Fen Bilgisi
Konu: Mayoz Bölünme

Mayoz Bölünmenin Önemi

Türlerin kromozom sayısının kuşaktan kuşağa sabit kalmasını sağlar. Anne ve babadan gelen kromozomların gametlere rastgele dağılmasını sağlar. Cross-over evresinde anne ve babaya ait kromozomlar arasında segment değişimi olur. Böylece, her bir kromozomda anne ve babanın genleri birbirine karışır.

Anne, iyi ki parça değişimi var yoksa birbirimizin aynı olurduk

$n + n = 2n$

Neslinizin kromozomu $4n - 4n - 1$ dir - GEN kullananca giderdi valia :))

Mayozda n kromozom almazsak..

Biri ANNEDEN GELEN Biri BABADAN

AYNI karaktere ait (göze rengi gibi) genleri taşıyan kromozomlara **HOMOLOG KROMOZOM** denir..

Giriş Genel Tanımlar Mayozun Önemi Mayoz I Mayoz II Oyun Ünite Testi Hazırlayanlar

5. Resim



Ders: Fen Bilgisi
Konu: Mayoz Bölünme

Hücre bölünme için gerekli hazırlıkları yapar.

Hayvan Hücresi

Bitki Hücresi

n Yuvarla + DÖLEME \rightarrow $2n$ Ziggot (Döllenmiş yuvarla)

Giriş Genel Tanımlar Mayozun Önemi Mayoz I Mayoz II Oyun Ünite Testi Hazırlayanlar

Ek 10'un devamı

6. Resim



7. Resim



9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

1985 yılında İzmir’de doğdu. 2009 yılında Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programından mezun oldu. 2009–2010 eğitim öğretim yılında Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek lisans programına kabul edildi. Yüksek lisansını 2011 yılında tamamlayan araştırmacı aynı yıl doktora eğitimine başladı. Aynı yıl Kastamonu Üniversitesinde öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. Araştırmacı evli olup, yabancı dili İngilizcedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres : M. Said DOĞRU, Kastamonu Üniversitesi Araç Rafet Vergili MYO, 37800, Araç, Kastamonu

E-Posta : msaid.dogru@yahoo.com