

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

YAPISALCI VE BİLGİSAYARLA ÖĞRETİM UYGULAMALARININ
HÜCRE BÖLÜNMELERİ VE ÜREME ÜNİTESİNİN ÖĞRETİMİNE
ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Yılmaz KARA

TRABZON
Ocak 2014

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

YAPISALCI VE BİLGİSAYARLA ÖĞRETİM UYGULAMALARININ
HÜCRE BÖLÜNMELERİ VE ÜREME ÜNİTESİNİN ÖĞRETİMİNE
ETKİSİ

Yılmaz KARA

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

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Ertuğrul SESLİ

TRABZON
Ocak 2014

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

**Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi
Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 27/01/2014**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ertuğrul SESLİ

Üye : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

Üye : Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI

Üye : Doç. Dr. Lale CERRAH ÖZSEVGİ

Üye : Doç. Dr. Suat ÜNAL

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

**Doç. Dr. Nevzat YİĞİT
Enstitü Müdürü V.**

BİLDİRİM

Tezimin içerdığı 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.

Yılmaz KARA

27/01/2014

ÖN SÖZ

Bu çalışma ile biyoloji öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim uygulamalarının öğrencilerin program kazanımlarına erişmelerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın biyoloji eğitimi araştırmalarının yanı sıra öğretim programı ve öğrenme, yapısalıcı ve bilgisayarla öğrenme alanında yapılan araştırmalara katkıda bulunması beklenmektedir.

Doktora sürecinde danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarımın yürütülmesi sırasında yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, lisansüstü eğitimim süresince göstermiş olduğu rehberlik ve anlayışı için danışmanım Sayın Prof. Dr. Ertuğrul SESLİ hocama saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez hazırlama sürecinde, bilgi ve tecrübelerinden faydalanmamı sağlayan, bana her konuda destek veren ve rehberlik eden, yardımlarını esirgemeyen, zor zamanlarımda beni motive ederek zorlukların üstesinden gelmemi sağlayan, beni her konuda cesaretlendiren Sayın Prof. Dr. Salih ÇEPNİ hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin jüri üyeliğini üstlenen ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Suat ÜNAL ve Sayın Doç. Dr. Lale CERRAH ÖZSEVGİÇ hocalarıma minnettarlığımı belirtmek isterim.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen ilk öğretmenim, canım annem Sittika ŞAN'a sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Ocak, 2014
Yılmaz KARA

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
ABSTRACT	X
TABLolar LİSTESİ.....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XVII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XVIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı	4
1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	4
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
1.4. Araştırmanın Varsayımları	6
2. ALAN YAZIN TARAMASI	7
2.1 Öğretim Programı ve Program Geliştirme	7
2.1.1. 2008 Ortaöğretim 9-12. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı	7
2.1.1.1. Öğretim Programının Öğrenme Yaklaşımı	8
2.1.1.2. Öğretim Programının Temel Yapısı	9
2.1.1.3. Hücre Bölünmesi ve Üreme Ünitesinin Organizasyonu	11
2.1.2. Biyoloji Öğretim Programları Üzerine Yapılan Yurtiçi Çalışmalar	12
2.1.3. Biyoloji Öğretim Programları Üzerine Yapılan Yurt Dışı Çalışmalar	14
2.2. Yapısalcı Yaklaşım	17
2.2.1. Yapısalcı Yaklaşımda Öğrenme Ortamı	18
2.2.2. 5E Öğrenme Modeli	19
2.2.2.1. Girme	20
2.2.2.2. Keşfetme.....	21
2.2.2.3. Açıklama	21
2.2.2.4. Derinleştirme	21
2.2.2.5. Değerlendirme	21
2.2.3. Biyoloji Öğretiminde Yapısalcı Yaklaşım	22

2.2.4. Yapısalcılık Üzerine Ortaöğretim Biyoloji Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmalar	23
2.3. Bilgisayarla Öğretim	25
2.3.1. Bilgisayarla Öğretimin Amaçları	26
2.3.2. Bilgisayarla Öğretimin Yararları	26
2.3.3. Bilgisayarla Öğretimin Sınırlılıkları	27
2.3.4. BDÖ Yöntemi İle Anlatım Yönteminin Karşılaştırılması	28
2.3.5. Eğitsel Yazılımlar	28
2.3.5.1. Öğretici Yazılımlar	29
2.3.5.2. Alıştırma ve Uygulama Yazılımları	29
2.3.5.3. Benzeşim Yazılımları	30
2.3.5.4. Eğitsel Oyun Yazılımları	30
2.3.6. Yapısalci Yaklaşım Temelli Bilgisayarla Öğretim	31
2.3.7. Bilgisayarla Biyoloji Öğretimi	31
2.3.8. Bilgisayarla Biyoloji Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmalar	32
2.4. HBÜÜ'nde Yer Alan Kavramlar üzerine Ortaöğretim Seviyesinde Yürütülen Çalışmalar	35
2.5. Ortaöğretimde Biyoloji Tutumları üzerine Yapılan Çalışmalar	37
2.6. Biyoloji Eğitiminde BABS becerileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar	39
2.7. Biyoloji Eğitimi Alanında BTTÇ ile İlgili Yapılan Çalışmalar	40
3. YÖNTEM	43
3.1. Araştırma Yöntemi	43
3.2. Çalışma Grubu	45
3.3. Veri toplama araçları	46
3.3.1. HBÜÜ Kavram Testi	46
3.3.1.1. İçeriğin Belirlenmesi	47
3.3.1.2. Alternatif Öğrenci Kavramları Hakkında Bilgi Edinilmesi	49
3.3.1.3. Kavram Testinin Geliştirilmesi	51
3.3.1.4. Verilerin Puanlanması	53
3.3.2. İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler (İBTD) Ölçeği	54
3.3.3. Bilimsel Araştırma ve Bilimsel Süreç (BABS) Becerileri Testi	57
3.3.4. BTTÇ üzerine görüşler formu	60
3.3.4.1. BTTÇ Üzerine Görüşler Formunun Hazırlanması	60
3.3.4.4. BTTÇ Üzerine Görüşler Formundan Elde Edilen Verilerin Puanlanması	61
3.4. HBÜÜ Öğretim Materyalleri	62
3.4.1. Öğrenci Ders Rehber Materyalinin Hazırlanması	62
3.4.2. Öğrenci Çalışma Rehber Materyalinin Hazırlanması	63

3.4.3. Yapısalıcı Aktivitelerin Geliştirilmesi ve Hazırlanması.....	63
3.4.4. Bilgisayarla Öğretim Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Hazırlanması	64
3.4.5. Öğretmen Rehber Materyalinin Geliştirilmesi	66
3.4.6. Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi.....	66
3.5. Pilot Uygulama.....	67
3.6. Asıl Uygulama.....	68
3.6.1. Yapısalıcı Öğretim Grubu Uygulamaları	69
3.6.1.1. Giriş Basamağı Aktiviteleri	70
3.6.1.2. Keşfetme Basamağı Aktiviteleri.....	70
3.6.1.3. Açıklama Basamağı Aktiviteleri	72
3.6.1.4. Derinleşme Basamağı Aktiviteleri.....	73
3.6.1.5. Değerlendirme Basamağı Aktiviteleri	74
3.6.2. Bilgisayar Destekli Öğretim Grubu Uygulamaları.....	74
3.6.2.1. Giriş Basamağı Etkinlikleri.....	75
3.6.2.2. Keşfetme Basamağı Etkinlikleri.....	77
3.6.2.3. Açıklama Basamağı Etkinlikleri	78
3.6.2.4. Derinleşme Basamağı Etkinlikleri	79
3.6.2.5. Değerlendirme Basamağı Etkinlikleri.....	81
3.6.3. Geleneksel Öğretim Grubu Uygulamaları.....	81
3.7. Veri Analizi.....	82
4. BULGULAR.....	84
4.1. HBÜÜ Kavramları ile ilgili Bulgular	84
4.1.1. HBÜÜ Kavram Testi Verileri Betimleyici Analiz Bulguları	84
4.1.1.1. Mitoz Bölünme ile ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular.....	84
4.1.1.2. Mayoz Bölünme ile ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular	95
4.1.1.3. Üreme ile ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular.....	106
4.1.1.4. Benzerlik ve Farklılıklarla ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular	119
4.1.2. HBÜÜ Kavram Testi Verileri İçkin İstatistiksel Analiz Bulguları.....	137
4.2. İBTD Kazanımlarına Yönelik Bulgular	142
4.2.1. İBTD Ölçeği Verileri Betimleyici Analiz Bulguları	143
4.2.1.1. İBTD Ölçeğinin Algılama Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı	143
4.2.1.2. İBTD Ölçeğinin Tepkide Bulunma Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı	146
4.2.1.3. İBTD Ölçeğinin Değer Verme Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı	148
4.2.1.4. İBTD Ölçeğinin Örgütlenme Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı	151

4.2.1.5. İBTD Ölçeğinin Yaşam Tarzı Geliştirme Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı	153
4.2.2. İBTD Ölçeği Verileri İçkin İstatistiksel Analiz Bulguları.....	156
4.3. BABS becerileri Kazanımlarına Yönelik Bulgular.....	160
4.3.1. BABS becerileri Testi Verileri Betimleyici Analiz Bulguları	160
4.3.2. BABS Becerileri Testi Verileri İçkin İstatistiksel Analiz Bulguları	187
4.4. BTTÇ Kazanımlarına Yönelik Bulgular	190
4.4.1. BTTÇ Üzerine Görüşler Formu Verileri Betimleyici Analiz Bulguları	190
4.4.2. BTTÇ Testi Verileri İçkin İstatistiksel Analiz Bulguları.....	232
5. TARTIŞMA	239
5.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Tartışma	239
5.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Tartışma.....	247
5.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Tartışma	249
5.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Tartışma.....	252
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	255
6.1. Sonuçlar	255
6.1.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar	255
6.1.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar	256
6.1.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar	256
6.1.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar.....	256
6.2. Öneriler.....	257
6.2.1. Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler.....	257
6.2.2. Araştırmacı Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler	258
7. KAYNAKLAR	260
8. EKLER	288
9. ÖZ GEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ	425

ÖZET

Yapısalıcı ve Bilgisayarla Öğretim Uygulamalarının Hücre Bölünmeleri ve Üreme Ünitesinin Öğretimine Etkisi

Bu çalışmanın amacı, “Hücre Bölünmesi ve Üreme” ünitesinin öğretiminde 2008 ortaöğretim 10. sınıf biyoloji dersi öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalıcı aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle kazanımlara erişimi düzeyi üzerine etkisini incelemektir. Çalışma yarı deneysel yöntem kullanılarak yürütülmüştür. “Hücre Bölünmeleri ve Üreme” ünitesi konularının öğretimine yönelik olarak yapısalıcı ve bilgisayarla öğretim uygulamaları hazırlanmıştır. Ayrıca, öğrenci ders rehber materyali, öğrenci çalışma rehber materyali, öğretmen rehber materyali ve çalışma yaprakları hazırlanmıştır. Asıl çalışma bir devlet lisesinin üç farklı sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 85 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın verileri Hücre Bölünmeleri ve Üreme Ünitesi Kavram Testi; İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler Ölçeği; Bilimsel Araştırma ve Bilimsel Süreç Becerileri Testi; Bilim-Teknoloji-Toplum-Çevre üzerine görüşler formu aracılığı ile toplanmıştır. Elde edilen veriler; Bağımlı t-Testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, Tek Yönlü Varyans Analizi, Kruskal Wallis H Testi ve Quade Testi kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen öğretim uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, yapısalıcı öğretim etkinliklerinin bilgisayarla ve geleneksel öğretim etkinliklerine oranla öğrencilerin kavramsal anlamalarını daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir. Yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin iletişim becerileri, tutum ve değerler, bilimsel araştırma ve bilimsel süreç becerileri ve fen-teknoloji-toplum-çevre üzerine görüşleri ile ilgili kazanımlarına toplam erişim düzeylerinde bir değişim oluşturmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, kavram öğretimi ile ilgili öğretim süreçlerinde yapısalıcı öğretimin geleneksel ve bilgisayarla öğretime oranla daha fazla tercih edilmesi gerektiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Öğretim Programı ve Öğretim; Hücre Bölünmeleri ve Üreme; İletişim Becerileri Tutum ve Değerler; Bilimsel Araştırma ve Bilimsel Süreç Becerileri; Bilim-Teknoloji-Toplum-Çevre; Bilgisayarla Öğretim; Yapısalıcı Öğrenme.

ABSTRACT

The Effect of Constructivist and Computerized Teaching Applications upon Teaching of Cell Division and Reproduction Unit

The purpose of this study is to investigate the effects of constructivist activities and computer used teaching activities which designed considering the 2008 secondary education 10th grade biology lesson curriculum with respect to traditional instruction on to the access level of the objectives. The study was conducted through using quasi experimental design. The constructivist and computerized teaching activities were prepared for the instruction of the “Cell Division and Reproduction” unit. In addition, a student course guide material, a student workbook guide material, a teacher guide material, and worksheets were prepared to use during the implementations. The main study was performed with the participation of 85 grade 10 students from the three different biology classes of a state high school. The data of the study was collected through the Cell Division and Reproduction Unit Concept Test; Communication Skills, Attitudes, and Values Scale; Scientific Research and Scientific Process Skills Test; Views on Science-Technology-Society-Environment Form. The collected data were analyzed through the Depended t-Test, Wilcoxon Signed Rank Test, One Way Analysis of Variance, Kruskal Wallis H Test, and Quade Test. As a result of the implementations, it was identified that the instructional implementations performed by adopting constructivist, computer augmented, and traditional methods increased the conceptual understandings of the students. Besides, it was determined that the effects of constructivist instruction activities were statistically more positively significant with respect to the computer augmented and traditional methods on conceptual understandings of students. It was detected that there was no statistically significant effect of constructivist, computer used, and traditional instructional methods on communication skills, attitudes, and values, scientific research and scientific process skills, and views on science-technology-society-environment of the students. Consequently, it was executed that constructivist teaching need to be preferred more than computerized and traditional teaching for concept teaching processes.

Keywords: Curriculum and Instruction; Cell Division and Reproduction; Communication Skills, Attitudes and Values Scale; Scientific Research and Scientific Process Skills; Science-Technology-Society-Environment; Computers in Teaching; Constructivist Learning.

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
1.	Kazanımların biyoloji öğretim programı içindeki dağılımı	10
2.	HBÜÜ kazanımları	11
3.	Biyoloji öğretim programları üzerine yapılan yurtiçi çalışmalar	12
4.	Biyoloji öğretim programları üzerine yapılan yurt dışı çalışmalar	14
5.	Geleneksel ve yapısalcı sınıf ortamları.....	19
6.	Ortaöğretim biyoloji eğitimi alanında yapısalcılık üzerine yapılan çalışmalar 23	
7.	Geleneksel sınıf ortamı ve bilgisayarla öğretim ortamlarının karşılaştırılması.....	28
8.	Bilgisayarla biyoloji eğitimi alanında yapılan çalışmalar.....	32
9.	HBÜÜ'nde yer alan kavramlar üzerine ortaöğretim seviyesinde yürütülen çalışmalar.....	35
10.	Ortaöğretim seviyesinde biyoloji tutumları üzerine yapılan çalışmalar 37	
11.	BABS becerileri ilgili yapılan çalışmalar.....	39
12.	BTTÇ ile ilgili yapılan çalışmalar.....	40
13.	Veri toplama araçlarının geliştirilmesi süreci katılımcılarının sınıf seviyelerine göre dağılımı	45
14.	HBÜÜ'ne yönelik tanılayıcı bilgi ifadeleri	49
15.	Hücre bölünmeleri ve üreme konusuna ait alternatif kavramlar listesi 50	
16.	Testte yer alan sorulara ait belirtke tablosu	52
17.	Kavrama bağlı nedenlerin analizinde kullanılan kategoriler	54
18.	KMO ve Barlett testi sonuçları	55
19.	İBTD ölçeği maddeleri ve ilgili oldukları İBTD kazanımları	56
20.	İBTD ölçeği güvenirlik değerleri.....	57
21.	BABS beceri testi soruları, kazanımları ve yük değerleri	58

22.	KMO ve Barlett testi sonuçları	59
23.	BTTÇ formun maddeleri ve ilgili BTTÇ kazanımları	61
24.	Deney gruplarında gerçekleşen yapılandırmacı aktiviteler	64
25.	Deney gruplarında gerçekleşen bilgisayarla öğretim etkinlikleri	65
26.	Bilgisayarla öğretim etkinliklerini hazırlanmada kullanılan yazılımlar	66
27.	Giriş bölümü etkilikleri ve yönlendirilen sorular	76
28.	Mitoz bölünme sonucu oluşan hücredeki kromozom sayısına ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı	85
29.	Mitoz bölünme sonucu oluşan hücredeki genetik bilgiye ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı	87
30.	Mitozun gerçekleştiği dokulara ilişkin cevap ve nedenlerin dağılımı	90
31.	Bitkilerde mitoz bölünmeye ilişkin cevap ve nedenlerin dağılımı	93
32.	Mayoz bölünme sonucu oluşan hücredeki kromozom sayısına ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı	95
33.	Mayoz bölünme sonucu oluşan hücredeki genetik bilgiye ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı	98
34.	Mayoz bölünmenin gerçekleştiği dokulara ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı	101
35.	Bitkilerde mayoz bölünmeye ilişkin cevap ve nedenlerin dağılımı	104
36.	Üç haploid kromozom taşıyan yumurta hücresinin dölleneceği sperm hücresinin taşıyacağı kromozom sayısına ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı	106
37.	Üç haploid kromozom taşıyan yumurta hücresinin döllenmesiyle oluşacak zigotun sahip olacağı kromozom sayısına ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı	109
38.	Döllenme olmadan bir eşey hücresinin bir birey oluşturabileceğine ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı	111
39.	Prokaryotların üreme biçimlerine ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı	114
40.	Bitkilerin üreme biçimlerine ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı	117
41.	Aynı bireyin aynı dokusuna ait vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı	120
42.	Aynı bireyin farklı dokularına ait vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı	123

43.	Aynı bireye ait üreme ve vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı	126
44.	Aynı bireye ait üreme hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı	129
45.	Farklı bireylerin aynı dokuya ait vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı	132
46.	Kanserli doku ile vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı	135
47.	Kavram testine verilen cevap ve nedenlerin gruplara göre dağılımı.....	138
48.	HBÜÜ kavram testi varsayımları sınavıcı test sonuçları	139
49.	HBÜÜ kavram testi öntest-sontest ortalamalarının karşılaştırılması	140
50.	HBÜÜ kavram testi ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması.....	141
51.	Öğrenme sürecine aktif katılım ile ilgili öğrenci tutumları ortalamaları	143
52.	Bilimsel çalışmalara katılım ile ilgili öğrenci tutumları ortalamaları	144
53.	Tartışmalarda eleştiri ve önerileri dinleme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	144
54.	Düşüncelerini veri ve kanıtlar ışığında değiştirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	145
55.	Biyolojik olaylara karşı merakın ortaya konması ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	146
56.	Problem çözmede yaratıcılığı ortaya koyma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	147
57.	Bilimsel bir araştırma yapmaya olan ilgiyi geliştirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	147
58.	Uygun çalışma teknikleri geliştirme çabası gösterme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	148
59.	Empati kurma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	149
60.	Bitki ve hayvanları sevmeye ve insancıl davranma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	149
61.	Problemin çözümü için kararlılık gösterme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	150
62.	Kabullenme yerine şüpheliği tercih etme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	150

63.	Kendine olan güvenini ve memnuniyetini ifade etme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	151
64.	Çalışmalarda bireysel sorumluluğunu yerine getirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	152
65.	Probleme uygun çözüm yolları arasında tercih yapma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	152
66.	Gözlem ve deneylerde özgünlüğü ilke edinme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	153
67.	Öğrenme ve ilkelerini uygulama alışkanlığı kazanma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	154
68.	İletişimde dili etkili kullanma ve başka öğelerle destekleme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	155
69.	Güvenliği sağlanma ve uygulamaya özen gösterme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	155
70.	Soru sorma ve sorgulama becerileri geliştirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları	156
71.	İBTD ölçeği ortalamalarının varsayımları sınavıcı test sonuçları.....	157
72.	İBTD ölçeği öntest-sontest ortalamalarının karşılaştırılması	158
73.	İBTD ölçeği ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması	158
74.	BABS becerileri testinin 1.sorusuna verilen cevapların dağılımı	160
75.	BABS becerileri testinin 2.sorusuna verilen cevapların dağılımı	161
76.	BABS becerileri testinin 3.sorusuna verilen cevapların dağılımı	162
77.	BABS becerileri testinin 4.sorusuna verilen cevapların dağılımı	163
78.	BABS becerileri testinin 5.sorusuna verilen cevapların dağılımı	164
79.	BABS becerileri testinin 6.sorusuna verilen cevapların dağılımı	165
80.	BABS becerileri testinin 7.sorusuna verilen cevapların dağılımı	166
81.	BABS becerileri testinin 8.sorusuna verilen cevapların dağılımı	167
82.	BABS becerileri testinin 9.sorusuna verilen cevapların dağılımı	168
83.	BABS becerileri testinin 10.sorusuna verilen cevapların dağılımı	169
84.	BABS becerileri testinin 11.sorusuna verilen cevapların dağılımı	170
85.	BABS becerileri testinin 12.sorusuna verilen cevapların dağılımı	171
86.	BABS becerileri testinin 13.sorusuna verilen cevapların dağılımı	172

87.	BABS becerileri testinin 14.sorusuna verilen cevapların dağılımı	173
88.	BABS becerileri testinin 15.sorusuna verilen cevapların dağılımı	174
89.	BABS becerileri testinin 16.sorusuna verilen cevapların dağılımı	175
90.	BABS becerileri testinin 17.sorusuna verilen cevapların dağılımı	176
91.	BABS becerileri testinin 18.sorusuna verilen cevapların dağılımı	177
92.	BABS becerileri testinin 19.sorusuna verilen cevapların dağılımı	178
93.	BABS becerileri testinin 20.sorusuna verilen cevapların dağılımı	179
94.	BABS becerileri testinin 21.sorusuna verilen cevapların dağılımı	180
95.	BABS becerileri testinin 22.sorusuna verilen cevapların dağılımı	181
96.	BABS becerileri testinin 23.sorusuna verilen cevapların dağılımı	182
97.	BABS becerileri testinin 24. sorusuna verilen cevapların dağılımı	183
98.	BABS becerileri testinin 25.sorusuna verilen cevapların dağılımı	184
99.	BABS becerileri testinin 26.sorusuna verilen cevapların dağılımı	185
100.	BABS becerileri testinin 27. sorusuna verilen cevapların dağılımı	186
101.	BABS becerileri testi varsayımları sınavıcı test sonuçları	187
102.	BABS becerileri testi öntest-sontest ortalamalarının karşılaştırılması.....	188
103.	BABS becerileri testi ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması	189
104.	BTTÇ üzerine görüşler formu 1. önermesine cevap dağılımı	190
105.	BTTÇ üzerine görüşler formu 2. önermesine cevap dağılımı	191
106.	BTTÇ üzerine görüşler formu 3. önermesine cevap dağılımı	193
107.	BTTÇ üzerine görüşler formu 4. önermesine cevap dağılımı	194
108.	BTTÇ üzerine görüşler formu 5. önermesine cevap dağılımı	195
109.	BTTÇ üzerine görüşler formu 6. önermesine cevap dağılımı	196
110.	BTTÇ üzerine görüşler formu 7. önermesine cevap dağılımı	198
111.	BTTÇ üzerine görüşler formu 8. önermesine cevap dağılımı	199
112.	BTTÇ üzerine görüşler formu 9. önermesine cevap dağılımı	200
113.	BTTÇ üzerine görüşler formu 10. önermesine cevap dağılımı	202

114.	BTTÇ üzerine görüşler formu 11. önermesine cevap dağılımı	203
115.	BTTÇ üzerine görüşler formu 12. önermesine cevap dağılımı	204
116.	BTTÇ üzerine görüşler formu 13. önermesine cevap dağılımı	205
117.	BTTÇ üzerine görüşler formu 14. önermesine cevap dağılımı	207
118.	BTTÇ üzerine görüşler formu 15. önermesine cevap dağılımı	208
119.	BTTÇ üzerine görüşler formu 16. önermesine cevap dağılımı	209
120.	BTTÇ üzerine görüşler formu 17. önermesine cevap dağılımı	210
121.	BTTÇ üzerine görüşler formu 18. önermesine cevap dağılımı	211
122.	BTTÇ üzerine görüşler formu 19. önermesine cevap dağılımı	213
123.	BTTÇ üzerine görüşler formu 20. önermesine cevap dağılımı	214
124.	BTTÇ üzerine görüşler formu 21. önermesine cevap dağılımı	216
125.	BTTÇ üzerine görüşler formu 22. önermesine cevap dağılımı	217
126.	BTTÇ üzerine görüşler formu 23. önermesine cevap dağılımı	218
127.	BTTÇ üzerine görüşler formu 24. önermesine cevap dağılımı	219
128.	BTTÇ üzerine görüşler formu 25. önermesine cevap dağılımı	221
129.	BTTÇ üzerine görüşler formu 26. önermesine cevap dağılımı	222
130.	BTTÇ üzerine görüşler formu 27. önermesine cevap dağılımı	223
131.	BTTÇ üzerine görüşler formu 28. önermesine cevap dağılımı	224
132.	BTTÇ üzerine görüşler formu 29. önermesine cevap dağılımı	226
133.	BTTÇ üzerine görüşler formu 30. önermesine cevap dağılımı	227
134.	BTTÇ üzerine görüşler formu 31. önermesine cevap dağılımı	228
135.	BTTÇ üzerine görüşler formu 32. önermesine cevap dağılımı	230
136.	BTTÇ üzerine görüşler formu 33. önermesine cevap dağılımı	231
137.	BTTÇ üzerine görüşler formunda belirtilen görüşlerin dağılımı	232
138.	BTTÇ üzerine görüşler formu varsayımları sınavıcı test sonuçları	234
139.	BTTÇ üzerine görüşler formu ortalamalarının karşılaştırılması	235
140.	BTTÇ üzerine görüşler formu gruplar arası karşılaştırılması	237

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Biyoloji dersi öğretim programında ünite kazanımları ile BTTC, BABS ve İBTD öğrenme alanlarına ait kazanımlar örüntüsü.	9
2	Öğretim modellerinin kökeni ve gelişimi	20
3	Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması	44
4	HBÜÜ kavram haritası	48

KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
TTKB	: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı
KTÜ	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
BASB	: Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri
BTTÇ	: Bilim-Teknoloji-Toplum-Çevre
İBTD	: İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler
HBÜÜ	: Hücre Bölünmeleri ve Üreme Ünitesi

1. GİRİŞ

Bir disiplin olarak biyoloji, öne çıkan uzmanlık alanlarında gerçekleşen ayrışmaların, bilgi ve uygulama alanlarının genişlemesinin ve gittikçe karmaşıklaşan sosyal ve ekinsel konuların neden olduğu süreçlerde uzun süredir devam eden oldukça hızlı bir gelişim içerisinde. Bu gelişimin etkileri değişik alanlarda olduğu gibi özellikle biyoloji eğitiminde de yoğun olarak hissedilmektedir. Evrensel bilgi arttıkça derslerin kapsamı da özelleşmektedir. Aynı zamanda, yeni bilgilerimizin var olan bilgilerimiz üzerine inşa edilmesi ve mevcut bilgilerimizin yerleşik bilgilerimiz haline gelmesi nedeniyle, kavramlar bir defa uygun içerik içerisinde yer aldığı anda biyoloji öğretim programında giderek daha artan oranda yer bulmaktadır. Bu durum ister istemez, yeni nesli gelişmelerin sosyal sonuçlarının bilincinde olan bireyler olarak yetiştirmek üzere eğitimin hedefleri ve süreçleri konusunda yeniden düşünmeyi ve öğretim programlarını gözden geçirmeyi gerekli kılmaktadır (Lewis, 2004; Smith ve Gunstone, 2009).

Dünya üzerinde pek çok ülkede, ulusal öğretim programlarında değişiklikler yapılmaktadır. Türkiye’de de, 2000 yılından itibaren, öğretim programlarını ve uygun öğretim materyallerini geliştirmeyi hedef alan üniversite öncesi eğitim reformunu gerçekleştirmek üzere çalışmalar yürütülmektedir. Bu bağlamda, biyoloji dersi öğretim programı 81 il ve 204 ortaöğretim okulunda gerçekleştirilen pilot uygulamalarının ardından, bir yandan büyük ölçekli program geliştirme ve uygulama aşamalarından geçerken bir yandan da 2007 yılından itibaren kademeli olarak uygulanmaya başlanmış durumdadır. Öğretim programının hazırlık aşamasında temele alınan yaklaşımların, öğretim yöntem-tekniklerinin, öğrenme-öğretme süreci ile değerlendirme sistemi açısından getirilen yeniliklerin biyoloji öğretmenlerine tanıtımı ve ülke genelinde uygulama birliğinin sağlanması amacıyla hizmet içi eğitimler düzenlenmiştir. Ortaöğretim seviyesinde yurt çapında okutulacak olan biyoloji ders kitaplarının ve öğretim programına ilişkin diğer materyallerin geliştirilmesi çalışmalarının planlama ve geliştirme süreci sürekli devam etmektedir (Abdullah, 2009; Han, 2011).

Öğretim programı gözden geçirme çalışmaları bağlamında, biyoloji dersi öğretim programlarını hazırlama ve geliştirme komisyonu tarafından hazırlığı tamamlanan, 9. sınıf (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2007), 10. sınıf (MEB, 2008), 11. sınıf (MEB, 2009a) ve 12. sınıf (MEB, 2009a) biyoloji dersi öğretim programları uygulanmak üzere Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) tarafından kabul edilmiştir (TTKB, 2007; 2008; 2009a; 2009b). Önceki öğretim programları ile karşılaştırıldığında öğrenci merkezli öğretim yöntemlerini (proje, drama vb.) ve öğretmen rehberliğini ön plana çıkaran yapısalcı öğrenme

yaklaşımından önemli ölçüde faydalanılarak geliştirilen ortaöğretim biyoloji öğretim programının ülkemiz öğrenme ortamlarına nasıl yansıtılacağı konusunda açıklayıcı ve tatmin edici bilgiye ulaşmak henüz mümkün değildir. Bununla birlikte, programda ele alınan önemli noktalardan biri de biyoloji derslerinde bilgi iletişim teknolojilerinin kullanılması ile ilgili kısımlardır. Bilgi iletişim teknolojilerinin sınıf içinde kullanılması önerilmiş, ancak bilgi iletişim teknolojileriyle ilgili hangi materyalin ne şekilde, ne zaman ve hangi yöntemle kullanılacağı konularında öğretmenlere rehber olabilecek açıklamalarda bulunulmamıştır.

Öğretim programlarının benimsenmesi ve başarısı, büyük ölçüde sınıf içerisinde programın uygulayıcısı olan öğretmenler tarafından programın doğru bir biçimde anlaşılmasına, benimsenmesine ve program amaçlarına uygun etkinlikler gerçekleştirilebilmesine bağlıdır. Oysaki yapısalcı yaklaşım ve yapısalcı yaklaşıma dayalı yöntemler hakkında birçok öğretmenin bilgi sahibi olmadığı belirtilmektedir (Karadağ, Deniz, Korkmaz ve Deniz, 2008). Bu durum, yapısalcı yaklaşımın ve yapısalcı yaklaşıma uygun yöntemlerin nasıl uygulanacağı konusunda olumsuz fikirlerin doğmasına neden olabilmektedir (Salman, 2006; Akpınar ve Aydın, 2007). Nasıl daha iyi öğretecekleri konusundaki anlamalarını güncellemek konusunda zorlanan öğretmenlerin programın uygulanması ile ilgili yararlanabileceği kaynakların istenen düzeyde olmaması öğretmenlerin zor durumda kalmasına, dolayısıyla istenilen öğrenme ve başarının gerçekleşmemesine neden olacaktır (Abdullah, 2009). Programın başarısı öğretmenlerin pedagojik bilgilerinin yanı sıra biyoloji alan bilgileri ile de yakından ilintilidir (Ersoy ve Merter, 2012).

Biyoloji öğretim programında yer alan hücre bölünmeleri, fotosentez, hücre solunumu, besin zincirleri ve evrim gibi karmaşık alanlarla ilişkili konuların öğretimi zor olabilmektedir (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999; Yip, 1998). Son yıllarda, ilköğretim ve orta öğretim seviyesinde öğrencilerin hücre bölünmeleri ile ilgili yanlış anlamaları üzerine odaklanan bir takım çalışmalar yapılmıştır (Murat, Kanadli ve Ünişen, 2011; Örnek, 2010; Williams, DeBarger, Montgomery, Zhou ve Tate, 2012; Yüksel, 2010). Bulgular, hücre bölünmesi ve üreme konusunun öğretimine ilköğretim seviyesinden itibaren başlanmasına rağmen farklı sınıf seviyesindeki ve yaşlardaki öğrenciler tarafından yetersiz bir biçimde anlaşılabilirdiğini göstermektedir (Lewis ve Wood-Robinson, 2000; Öztaş, Özay ve Öztaş, 2004). Öğretimi zor olarak nitelendirilen biyolojik olayların yer verildiği konuların mikroskobik düzeyde gerçekleşmesi, öğrencilerin olayların gerçekleşmesi ile ilgili süreçleri zihinlerinde somut olarak canlandıramaması, konuyu gereksiz görmesi ve konuyu yaşamla ilişkilendirememesi gibi nedenlerden dolayı ilgili kavramların doğru bir biçimde yapılandırılmadığı ortaya konmuştur (Zaman, 2006; Atılboz, 2004).

Biyoloji öğretiminde geleneksel öğretim yöntemleri kullanıldığında, öğrenciler konuyu bilgi seviyesinde öğrenebilmekte ve genellikle biyoloji kavramlarını gerçek anlamlarını anlamadan ezberleme yoluna gitmektedir (Durmaz, 2007; Sarıkaya, Selvi ve Doğan Bora, 2004). Geleneksel öğretim yöntemleri kullanıldığında, kavramlar öğrencilerin zihinlerinde arzu edilen biçimde yapılandırılmamaktadır (Zaman, 2006). Bu durum, öğrencilerin tutumlarını, bilişsel gelişimlerini ve akademik başarılarını olumsuz yönde etkilemektedir. Sonuç olarak, biyoloji eğitiminde bu türden öğretimi zor olan kavramların yapılandırılmasında geleneksel öğretim yöntemlerinin dışında alternatif öğretim yöntemlerinin kullanımını ve teknolojiye faydalanma gerekliliği kılmalıdır (Çepni, Taş ve Köse, 2006).

Günümüzde, teknolojiye meydana gelen ilerlemeler ve eğitime verilen önemdeki artış, eğitim sorunlarının çözümünde teknolojik olanaklardan yararlanmayı kaçınılmaz kılmaktadır. Bu teknolojik olanaklardan birisi olan bilgisayar, içinde yaşadığımız yüzyılın temel kültür öğelerinden biri olup, kullanımı hızla yaygınlaşan bir araç haline gelmiştir. Bilgisayar, bireylerle hızla etkileşime girmeyi, çeşitli biçimlerdeki çok sayıda bilgiyi saklayıp işlemeyi ve geniş bir görsel-işitsel girdi dizisini göstermek için diğer medya araçları bir arada kullanabilmeyi olanaklı kılmaktadır. Bu özellikleriyle bilgisayar çeşitli öğretim etkinliklerinde kullanımı giderek yaygınlaşan, üstün bir öğretme potansiyeli ortaya koyabilen önemli bir araç olduğu söylenebilir (Chang, 2001).

Eğitim alanında bilgisayarların şu anki konumu, bilgisayarla öğretim sistemlerinin tamamen geliştirilebilmesi ve sınıf ortamına uygulanabilmesi için birçok faaliyetin gerekli olduğunu göstermektedir. Birçok okul ve kurumun, bilgisayarları bilgisayar destekli öğretim için bir araç olarak kullanmak yerine, bilgisayar becerilerini geliştirmek ve programlama dillerini öğretmek için kullandıkları yaygın olarak gözlemlenmektedir (İpek, 2001; Lambert, Gong ve Cuper, 2008). Bu durumun ana nedeni, çoğu öğretmenin hala bilgisayarla öğretim yaklaşımını anlama konusunda yeterli özyeterliliğe sahip olmamalarını düşüncelerinden kaynaklanmaktadır (Seferoğlu ve Akbıyık, 2005). Bilgisayarla öğretimi kolaylaştıracak kaynakların yetersizliği bilgisayarla öğretime yönelik kurumsal desteğin azlığı, yeniliklere kapalılık ve bilgisayar destekli öğretimin ders müfredatları içerisine en etkili şekilde nasıl yerleştirilebileceğine dair planların olmayışı diğer olası sebepler arasındadır (Onuoha, 2007; Tekbıyık ve Akdeniz, 2010; Uşun, 2000).

Biyoloji eğitiminde kullanılan bilgisayarla öğretim materyallerinin öğrencilerin öğrenmesinde farklı düzeylerde etkili olduğunu gösteren çalışmalar (Chang, 2001; Kim, Hannafin ve Bryan, 2007; Lee, 2001; Marbach Ad, Rotbain ve Stavy, 2008; Powell, Aebly ve Carpenter Aebly, 2003; Rowe ve Gregor, 1999; Tsai ve Chou, 2002) olmakla birlikte 2008 yılı biyoloji öğretim programına uygun olarak hazırlanmış bilgisayarla öğretim

materyallerinin kullanımı sonucu oluşan çıktıların, bu tasarımların değişik öğrenme hedeflerine nasıl hizmet ettiğinin değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, 2008 ortaöğretim 10. sınıf biyoloji dersi öğretim programında yer alan Hücre Bölünmesi ve Üreme Ünitesi (HBÜÜ)'nin öğretiminde öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla öğretim programı kazanımlarına erişim düzeyi üzerine etkisini incelemektir. Çalışmanın bu temel amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır:

Öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla HBÜÜ ile ilgili 10. sınıf öğrencilerinin bilişsel kazanımlara erişim düzeyleri üzerine etkisi nasıldır?

Öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla HBÜÜ ile ilgili 10. sınıf öğrencilerinin iletişim becerileri, tutum ve değerler (İBTD) kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkisi nasıldır?

Öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla HBÜÜ ile ilgili 10. sınıf öğrencilerinin bilimsel araştırma ve bilimsel süreç (BABS) becerileri kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkisi nasıldır?

Öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla HBÜÜ ile ilgili 10. sınıf öğrencilerinin bilim-teknoloji-toplum-çevre (BTTÇ) kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkisi nasıldır?

1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

21. yüzyılda, insanı, diğer canlıları ve canlılar arasındaki ilişkileri inceleyen biyoloji ve ona bağlı bilim dallarındaki gelişmeler, insanlık tarihini pek çok açıdan değiştirebilecek bir konuma gelmiştir. Biyoloji ve onun teknolojik uygulamaları; insanların günlük hayatını, toplumu ve çevreyi önemli ölçüde etkilemektedir. Bireylerin, biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkında olmaları biyolojinin temel konularını öğrenmeye olan ihtiyacı her geçen gün katlayarak arttırmaktadır.

Biyoloji konularının gözle görülemeyen biyolojik olayları ve soyut kavramları içermesi nedeniyle; geleneksel öğretim yöntemleri öğrencilerin anlamlı öğrenmesini sağlamada yetersiz kalabilmektedir. Geleneksel yaklaşımlar çoğunlukla öğrencilerin konuları kavramsal boyutta değil de yüzeysel olarak öğrenmesine neden olabilmektedir. Bu durum

alan yazındaki çalışmalarla da ortaya konmaktadır (Sarıkaya ve diğ., 2004; Zaman, 2006; Durmaz, 2007). Biyoloji öğretiminde anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için; öğrencilerin biyoloji konularının içeriğindeki soyut kavramları zihinlerinde somut olarak canlandırmalarına ve kavramları yapılandırmalarına olanak sağlayan yaklaşımların öğrenme ortamlarında kullanılması gerekmektedir.

Biyoloji öğretim programlarında yer alan ve birçok konuya temel teşkil eden mitoz ve mayoz bölünme konuları öğrencilerin anlamakta zorlandıkları ve yanlış anlamaların yoğun olduğu konular arasında yer almaktadır (Bahar ve diğ., 1999; Atılboz, 2004; Flores, Tovar ve Gallegos, 2003). Bu konuların iyi öğrenilememesi; öğrencilerin öğretimin sonraki kademelerinde sorunlarla karşılaşmalarına neden olabilecektir. Örneğin; mayoz bölünmeyi anlamayan bir öğrenci büyüme, gelişme, üreme ve genetik gibi konuları anlamlı öğrenemeyecektir. Öte yandan; alan yazında öğrencilerin bu konuları anlama düzeyleri ve konuyla ilgili kavram yanlışlarının tespitine yönelik çalışmalara sıkça rastlanırken, hücre bölünmeleri ve üreme konularının öğretime ve konuyla ilgili kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Kara, 2007; Kazancı, Dogan Bora ve Katırcıoğlu, 2005; Lewis, 2004). Bununla birlikte yapılan çalışmaların çoğunlukla ilköğretim düzeyine yönelik olduğu ortaöğretim kademesinde bu tarz çalışmalar oldukça sınırlı olduğu göze çarpmaktadır (Smith ve Gunstone, 2009). Bu nedenle, hücre bölünmeleri ve üreme konularının öğretiminde öğretim programına uygun olarak hazırlanan uygulamaların öğrencilerin anlamlı öğrenmeleri, üst düzey düşünme ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisini araştıran bu çalışma önem taşımaktadır.

Öğrencilerin öğrenme düzeylerinde veya başarılarında meydana gelen bir değişim doğal olarak tutumları ile de ilişkili olmaktadır. Biyoloji öğretim programına uygun olarak geliştirilen öğretim etkinliklerinin yine öğretim programının tutumlar ile ilgili kazanımları üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Biyoloji öğretim programının hazırlanmasında birçok öğrenme yaklaşımının dikkate alındığı ve yapısalcı öğrenme yaklaşımından büyük ölçüde faydalandığı belirtilmektedir. Yeni öğretim programının planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi, uygun öğretim yöntem ve teknikleri seçiminin gerekliliğini de beraberinde getirmektedir. Bu gereklilik, programın ülkemiz şartlarına göre dönüşümünü ve uygulanabilirliğini sağlayan örnek materyallere ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu dönüşümü yapmanın en kolay ve kısa yolu ise programın temel anlayışına ve uygun öğretim yöntemlerine dayalı öğrenme ortamlarının tasarlanması, öğretim materyallerinin geliştirilmesi ve kullanılmasıdır.

Alan yazında, yeni öğretim programına uygun olarak geliştirilen etkinliklerin, ortaöğretim 10.sınıf hücre bölünmesi ve üreme konusunun öğretiminde ne derecede etkili olacağına yönelik bir bilgiye rastlanmamıştır. Bununla birlikte bilgisayarla öğretim için hazırlanmış

materyaller ile birleştirilmiş etkinliklerin ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin anlamlı öğrenmeleri, İBTD, BABS becerileri ve BTTÇ üzerine görüşlerine etkisini bir arada araştıran ve özellikle hücre bölünmesi ve üreme konusuna yönelik olarak inceleyen bir çalışmanın olmaması çalışmanın gerekliliği ve önemini arttırmaktadır.

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

Çalışma kapsamında uygulanacak etkinlikler araştırmacı tarafından ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı dikkate alınarak HBÜÜ'nin öğretimine yönelik olarak hazırlanan bilgisayarla öğretim etkinlikleri ve yapısalci aktiviteler ile sınırlı kalmıştır.

Araştırmanın pilot uygulamaları ve asıl uygulamaları Trabzon ili Merkez ilçesinde bulunan farklı ortaöğretim kurumlarında öğrenim görmekte olan 10. sınıf şubesi öğrencileri ile yürütülmüştür. Elde edilen veriler, gerçekleştirilen pilot ve asıl uygulama sınıfları ile sınırlıdır.

Biyoloji dersi öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktiviteler ve bilgisayarla öğretim etkinlikleri uygulamalarının gerçekleştirileceği okulun teknik donanımları çerçevesinde yürütülmüştür.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmanın varsayımları aşağıda belirtilen maddeler halinde özetlenebilir:

Çalışmaya katılan öğrencilerin bilgisayar okur-yazarlıklarının, biyoloji derslerini bilgisayarla öğretim yöntemlerine uygun olarak işlenebilmesine imkân verebilecek ölçüde yeterli olduğu varsayılmıştır.

Çalışmaya katılan tüm öğrencilerin kendilerine yöneltilen soruları cevaplandırırken duygu ve düşüncelerini tam olarak ve içtenlikle belirttikleri kabul edilmiştir.

2. ALAN YAZIN TARAMASI

Bu başlık altında, çalışmaya genel bir alt yapı oluşturmak amacıyla, biyoloji öğretim programı temelinde öğretim programları, yapısalcı öğrenme yaklaşımı, bilgisayarla öğretim yaklaşımı, hücre bölünmeleri ve üreme kavramları, BTTÇ üzerine görüşler, BABS becerileri ve İBTD üzerine yapılan çalışmalar ile ilgili alan yazın incelemesine yer verilmiştir.

2.1 Öğretim Programı ve Program Geliştirme

Eğitim-öğretim ortamlarında neyin, nasıl, ne zaman ve niçin öğretileceği sorularına eğitim ve öğretim programları düzenlenerek cevap verilmektedir. Eğitim programı, geçerli öğrenme yaşantıları olarak tanımlanmaktadır (Ertürk, 1982). Eğitim programları bireyde görülmek istenen özelliklerin düzenli ve sistemli bir şekilde verilmesini sağlar. Öğretim programı ise, okulda ya da okul dışında bireye kazandırılması planlanan bir dersin öğretimiyle ilgili tüm etkinlikleri kapsayan yaşam düzeneği olarak ifade edilmiştir (Demirel, 2000). Öğretim programları bir dersin işleyiş süreci hakkında gerekli olan tüm bilgileri kapsar. Öğretmenler okullarda öğretim programlarını takip ederek eğitimin belirlenen hedeflerine ulaşmaya çalışırlar (Karadağ ve Korkmaz, 2007).

Bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemeler ve farklı felsefik anlayışların ağırlık kazanması eğitim üzerine bakış açılarının değişmesine neden olmaktadır. Değişen eğitsel bakış açılarının uygulamaya konarak toplumun ihtiyacı olan bireyleri yetiştirebilmek için eğitim ve öğretim programlarının geliştirilmesi ya da belirli aralıklarla gözden geçirilmesi zorunluluk haline gelmektedir. Program geliştirme, eğitim programlarının tasarlanması, uygulanması, değerlendirilmesi ve değerlendirme sonucu elde edilen veriler doğrultusunda yeniden düzenlenmesi süreci olarak tanımlanmıştır (Erden, 1998). Farklı boyutların etkisinde dinamik bir süreç olan program geliştirme çalışmaları doğrultusunda eğitim ve öğretim programları düzenlenmektedir. Cumhuriyet tarihimizde de program geliştirme çalışmaları yapılmış ve belirli aralıklarla yapılmaya devam etmektedir.

2.1.1. 2008 Ortaöğretim 9-12. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı

2004 yılında Fen ve Teknoloji dersi öğretim programında yapısalcı anlayış temelinde önemli değişiklikler yapılmıştır. İlköğretim seviyesinde öğretilen fen derslerinin yapısalcı anlayış temelinde düzenlenmesi ortaöğretim düzeyinde öğretilen derslerinin de yapısalcı anlayış temelinde değişimini gündeme getirmiştir. Program geliştirme çalışmaları paralelinde biyoloji bilimindeki hızlı gelişmeler, eğitim bilimleri, bilişsel psikoloji, ölçme ve

değerlendirme alanındaki yenilikler, gelişmiş ülkelerin fen bilimleri alanındaki program geliştirme çalışmaları, ortaöğretim kurumlarının üç yıldan dört yıla çıkarılması ve ortaöğretim programları ile ilgili öneriler biyoloji dersi için bir program geliştirme çalışmasını zorunlu kılmıştır (MEB, 2007). Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nca yürütülen öğretim programları reformu çerçevesinde Biyoloji Dersleri Program Geliştirme Komisyonu kurulmuştur. Komisyonun çalışmaları sonucu "Ortaöğretim 9-12. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programları", MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nca 2007-2010 yılları arasında kademeli olarak kabul edilerek uygulamaya konmuştur. Bu çalışmaya 2008-2009 öğretim yılında başlanılmış, 2010-2011 öğretim yılında pilot uygulamaları tamamlanmış, 2013 yılında ise tez formatında raporlaştırma süreci sona ermiştir. Bu nedenle, uygulamaların yapıldığı tarihte yürürlükte olan 2008 yılı 10.sınıflar için biyoloji öğretim programı çalışmada temel alınmıştır.

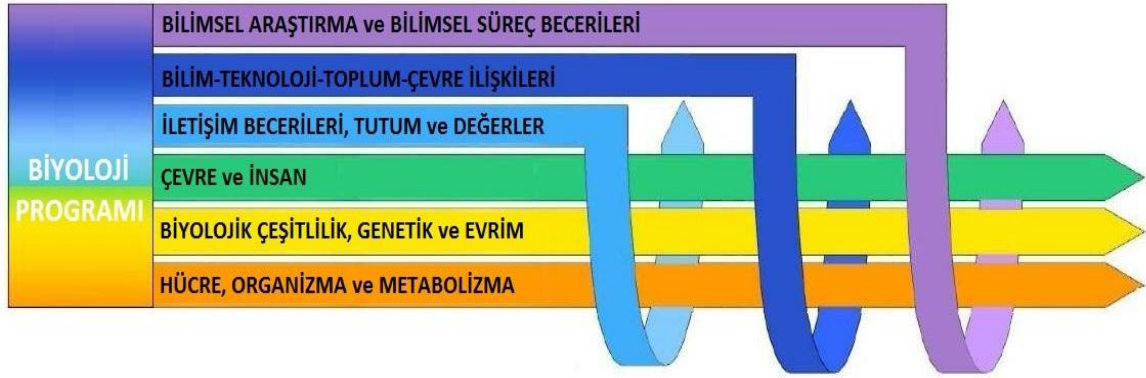
2007 yılında kademeli olarak uygulamaya konması kararlaştırılan biyoloji öğretim programının uygulama sürecinde edinilen deneyimler programda revizyon yapmayı gündeme getirmiştir. MEB tarafından Tübitak bünyesinde toplanan komisyonun yürüttüğü çalışmalar neticesinde 2013-2014 yılından itibaren 9.sınıflardan başlayarak kademeli olarak uygulamaya konulmak kaydı ile 9-12. Sınıflar için biyoloji öğretim programını revize etmiştir (TTKB, 2013).

2.1.1.1. Öğretim Programının Öğrenme Yaklaşımı

Biyoloji öğretim programında yapısalcı yaklaşımın benimsendiği açıkça belirtilmekle birlikte, program uygulanırken duruma bağlı olarak öğrenci veya öğretmen merkezli yöntem, teknik ve stratejilerin kullanılabileceği ifade edilmiştir. Yapısalcı öğrenme yaklaşımından bilginin pasif olarak ya da kişisel bir katkıda bulunma olmaksızın inşa edilemeyeceğini; anlamının, adaptasyon sonucu ortaya çıktığını; kişinin kendi tecrübeleri, bilgi ve birikimleriyle tartışılan konu arasında uyum sağlanarak ele alınan konuyu anladığını; bilginin etkileşim sonucu oluşturulduğunu; kullanılan dil ve içinde bulunulan sosyal yapının bu etkileşimde önemli rol oynadığını ileri sürmesi nedeniyle faydalandığı belirtilmiştir (MEB, 2007). Yapısalcı yaklaşımın benimsenmesi nedeni ile programda, aktif öğrenme, işbirliğine dayalı öğrenme, bağımsız öğrenme, öğrenmeyi öğrenme, sınıf dışında eğitim, bireysel farklılıklara duyarlı eğitim gibi uygulamalara yer verilmesi tavsiye edilmiştir. Öğrencilerin programda belirtilen kazanımları edinebilmesi için kullanılacak öğretim stratejileri ve öğrenme deneyimleri yapısalcı öğrenme yaklaşımına uygun olarak hazırlanması gerekli görülmüştür (Aydoğdu, 2010).

2.1.1.2. Öğretim Programının Temel Yapısı

2008 ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programının temel yapısı, biyolojik kavram, ilke ve teorilere yönelik kazanımlar ile birlikte beceri, anlayış, tutum ve değerlere ilişkin kazanımları kapsayan üniteler üzerine kurulmuştur. Biyolojik kavram, ilke ve teoriler ile ilgili kazanımlar “Hücre, Organizma ve Metabolizma”, “Biyolojik Çeşitlilik, Genetik ve Evrim”, “Çevre ve İnsan” olmak üzere üç öğrenme alanı altında düzenlenmiştir. Beceri, anlayış, tutum ve değerlere ilişkin kazanımlar “Bilim-Teknoloji-Toplum-Çevre (BTTÇ) ilişkileri”, “İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler (İBTD)” ve “Bilimsel Araştırma ve Bilimsel Süreç (BABS) Becerileri” olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır. Şekil 1’de ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programında yer alan öğretim alanlarının birbiri ile ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 1. Biyoloji dersi öğretim programında ünite kazanımları ile BTTÇ, BABS ve İBTD öğrenme alanlarına ait kazanımlar örüntüsü.

Biyolojik kavram, ilke ve teorilere yönelik öğrenme alanlarında yer alan temel kavramalar sarmallık yapısına uygun olarak yıllara ve ünitelere bölünerek 9-12.sınıf biyoloji dersi konu içeriğine yansıtılmıştır. Biyoloji programının ünite organizasyonu bölümünde biyolojik kavram, ilke ve teorilere yönelik öğrenme alanlarında yer alan kazanımlar, konu ve kavram sıralamasına göre düzenlenerek listeler halinde verilmiştir. Beceri, anlayış, tutum ve değerlere ilişkin kazanımlar için ayrı üniteler oluşturulmamış, bilgi kazanımlarında yeri geldikçe, BTTÇ ilişkileri, BABS becerileri ve İBTD öğrenme alanlarına ait kazanımlara, kazanım kodları kullanılarak atıf yapılmıştır. Bu şekilde ünite kazanımları ile BTTÇ ilişkileri, BABS becerileri ve İBTD kazanımları birbirine örülmüş durumdadır. Tablo 1’de biyoloji dersi öğretim programında yer alan kazanımların sınıf ve ünite bazında dağılımı sunulmuştur.

Tablo 1. Kazanımların biyoloji öğretim programı içindeki dağılımı

Sınıf-Ünite	Bilgi	BABS	BTTÇ	İBTD	Süre*
9.1. Hücre, organizma ve metabolizma	8	7	11	-	28
9.2. Canlıların Sınıflandırılması ve Biyolojik Çeşitlilik	16	7	10	-	28
9.3. Bilinçli Birey – Yaşanabilir Çevre	7	6	12	11	16
9.sınıf toplam	31	10	23	11	72
10.1. Canlılarda Enerji Dönüşümü	14	4	6	-	30
10.2. Hücre Bölünmesi ve Üreme	12	3	14	-	20
10.3. Ekosistem Ekolojisi	8	3	10	-	22
10.sınıf toplam	34	5	23	-	72
11.1. Bitki Biyolojisi	27	4	3	-	39
11.2. Kalıtım, Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji	20	4	19	-	45
11.3. Komünite ve Popülasyon Ekolojisi	10	7	10	-	24
11.sınıf toplam	57	9	25	-	108
12.1. Hayvan Biyolojisi ve İnsan	47	4	5	-	69
12.2. Hayatın Başlangıcı ve Evrim	5	5	11	-	21
12.3. Çevrenin Korunması ve Rehabilitasyonu	8	1	7	-	18
12.sınıf toplam	60	8	17	-	108

Tablo 1’de de görüldüğü gibi toplam 182 bilgi kazanımı sarmallık ilkesine uygun olarak dört sınıf seviyesinin her birinde biyolojik kavram, ilke ve teorilere yönelik öğrenme alanlarından birer tane olacak biçimde düzenlenmiştir. Biyoloji öğretim programında yer verilen 33 BTTÇ kazanımında genelde bilimin, özelden biyolojinin insan hayatındaki rolü; bilim ve teknolojinin doğası; bilim ve teknoloji arasındaki ilişkiler; bilim tarihi ve bilim kültürü; bilim, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki karşılıklı etkileşimler ile ilgili bilgi ve anlayışlar vurgulanmıştır. Biyoloji dersi öğretim programında yer verilen 20 İBTD kazanımı üst bilişsel farkındalık, duygudaşlık, azim, açık fikirlilik, dürüstlük, gerçeği bulma arzusu, girişimcilik, kişisel ve toplumsal sorumluluk bilinci, en iyiye ulaşma, eleştirel bakış ve alçak gönüllülük, öğrenmeyi öğrenme gibi üst düzey davranışlara yöneliktir. Programda belirtilen 27 BABS becerileri kazanımları, öğrencilerin bilimsel araştırma-sorgulama, problemlerin çözümünde deney ve gözleme dayalı bilimsel metodu kullanma, bilimsel düşünceleri ve sonuçları iletme, bilinçli kararlar verme becerilerini geliştirme gibi birçok araştırma ve süreç becerilerini kapsamaktadır. Beceri, anlayış, tutum ve değerlere ilişkin kazanımlar öğretim programı içerisinde üniteler oluşturmadığı ve biyolojik kavram, ilke ve teorilere yönelik kazanımlar ile ilişkili olarak atıf yapılacağı programda belirtilmiş olsa da İBTD kazanımlarının genellikle ifade etmesi nedeniyle her kazanım ifadesi ile ilişkilendirilmeye gidilmemiştir. Ayrıca, ilgili biyolojik kavram, ilke ve teorilere yönelik kazanımlarının yanında beceri, anlayış, tutum ve değerlere ilişkin kazanımlara atıf yapılmamış olsa bile ilgili görülmesi durumunda öğrencilerin BTTÇ ilişkileri, BABS becerileri ve İBTD kazanımlarını edinmesi için uygun öğrenme ortamlarının hazırlanması gerektiği belirtilmiştir.

2.1.1.3. Hücre Bölünmesi ve Üreme Ünitesinin Organizasyonu

HBÜÜ’nde öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünme ile eşeyli ve eşeysiz üreme hakkında bilgi edinmeleri hedeflenmiştir. Öğrencilerden, mitoz ve mayoz bölünmenin canlılar açısından önemini sorgulayarak çıkarımlarda bulunmaları beklenmektedir. Öğrencilerin mitoz bölünmenin eşeysiz üreme, iyileşme, büyüme ve gelişme gibi olaylar ile ilişkili olduğunun farkına varması istenmiştir. Benzer biçimde mayoz bölünmenin eşeyli üreme, tür içi çeşitlilik, biyolojik çeşitlilik gibi olaylar ile ilişkisinin öğrenilmesi hedeflenmiştir. Ek olarak, “mitoz”, “mayoz”, “eşeysiz üreme” ve “eşeyli üreme” anahtar kavramları etrafında biyoloji okuryazarlığı için gerekli beceri, tutum, değer ve anlayışları kazanmalarının amaçlandığı belirtilmiştir. Bu amaca ulaşmak için öğrencilerin Tablo 2’de belirtilen kazanımları edinmeleri gerektiği ifade edilmiştir. Hücre bölünmeleri ve üreme ünitesi (HBÜÜ) bilgi kazanımları biyoloji dersi öğretim programının öğrenme alanlarında görülen örüntülü yapısının bir sonucu olarak beceri, anlayış, tutum ve değerlere ilişkin kazanımlara atıfta bulunularak ortaya konmuştur.

Tablo 2. HBÜÜ kazanımları

Bilgi	BTTÇ	BABS	İBTD
1. Mitoz ile ilgili olarak öğrenciler;			
1.1.Mitozun evrelerini şema üzerinde açıklar.	15	26	
1.2.Bitki ve hayvan hücrelerinde mitozu karşılaştırır.	15	26	
1.3.Tek hücreli ve çok hücreli canlılar için mitozun önemini açıklar.	7		
1.4.Mitozun kontrol edilmesi ve bunun canlılar için önemini açıklar.	7,9,10,11,12,13,14,18, 21, 22	7, 27	
2. Eşeysiz üreme ile ilgili olarak öğrenciler;			
2.1.Eşeysiz üreme çeşitlerini örneklerle açıklar.			
2.2.Eşeysiz üremenin tarımsal üretimdeki önemini açıklar.	8,9,11,12,18,29,31	27	
3. Mayoz ve eşeyli üremeyle ilgili olarak öğrenciler;			
3.1.Bir hücreli organizmalarda eşeyli üremeyi örneklerle açıklar.		7, 26	
3.2.Mayozun başlıca evrelerini şema üzerinde açıklar.	15	26	
3.3.Eşeyli üremede mayozun önemini açıklar.	7		
3.4.Oogenez ve spermatogenez şekil üzerinde açıklar.		26	
3.5.Döllenmede gerçekleşen olayları açıklar.	7	7	
3.6.Partenogenez örneklerle açıklar.		7	

HBÜÜ organizasyonu içerisinde ayrıca belirtilme ihtiyacı duyulan kavram yanlışları, uyarılar, sınırlamalar, ders içi ve diğer derslerle ilişkilendirmelere ilişkin açıklamalara ayrıca yer verilmiştir. Ünite organizasyonunda yapılan açıklamalara göre öğretim süreçlerinde mitoz bölünme işlenirken interfazda gerçekleşen olaylar verilmeli ve mitozun farklı evrilerinin tamamlanması için farklı süreler gerektiği belirtilmelidir. Ayrıca, mitozun kontrol

edilmesi ve bunun canlılar için önemini açıklanırken kontrolsüz hücre bölünmesi ve sonuçları da öğretim süreçlerinde yer almalıdır. Öte yandan, eşeysiz üreme çeşitleri ikiye bölünme, tomurcuklanma, rejenerasyon, sporla üreme ve bitkilerde vejetatif üreme olacak biçimde sınırlandırılmalıdır. Eşeysiz üremenin tarımsal üretimdeki önemini açıklanırken bitkilerde vejetatif üreme ve aşılamanın önemine değinilmeli ve tarım il ve ilçe müdürlüklerinden uzmanlar davet edilerek çeşitli aşı uygulamaları yaptırmaları ve aşının önemine ilişkin bilgi vermeleri sağlanmalıdır. Eşeyli üremede mayozun önemi açıklanırken krosingoverin biyolojik çeşitliliğe katkısı vurgulanmalıdır. Oogenez ve spermatogenez şekil üzerinde açıklanırken dişi ve erkek üreme hücrelerinin yapısı verilmelidir. Son olarak, eşeyli üremede mayozun önemi ve döllenmede gerçekleşen olaylar açıklanırken bitkilerde eşeyli üreme ve döllenmeye girilmemesi gerektiği vurgulanmıştır.

Öğrencilerin öğretim programının HBÜÜ organizasyonunda yapılan açıklamalarla sınırları belirginleştirilmiş kazanımlarını edinmeleri amacıyla hazırlanabilecek örnek etkinlikler öğretim programında yer almıştır. Örnek etkinlikler, mitozun evrelerinin şema üzerinde açıklanması ile ilgili kazanımla ilişkilendirilen “mitoz” laboratuvar aktivitesi, mitozun kontrol edilmesi ve bunun canlılar için öneminin açıklanması ile ilgili kazanımla ilişkilendirilen “kontrolsüz hücre bölünmesi” proje çalışması, eşeysiz üreme çeşitlerinin örneklerle açıklanması ile ilgili kazanımla ilişkilendirilen “vejetatif üreme” ve “rejenerasyon” aktiviteleridir.

Son olarak, HBÜÜ'nin organizasyonunda örnek ölçme ve değerlendirme sorularına yer verilmiştir. Çoktan seçmeli, doğru-yanlış, boşluk doldurma, açık uçlu soru tipinde hazırlanan soruların yanı sıra kavram haritası oluşturma ile ilgili değerlendirme sorularının ilgili olduğu düşünülen bilgi kazanımları ayrıca belirtilmiştir.

2.1.2. Biyoloji Öğretim Programları Üzerine Yapılan Yurtiçi Çalışmalar

Biyoloji öğretim programları ile ilgili olarak yurtiçinde yürütülen çalışmalar Tablo 3'da sunulmuştur. Tablo 3'da ele alınan çalışmalar 2001-2013 yılları arasında olup toplam 21 çalışmayı içermektedir.

Tablo 3. Biyoloji öğretim programları üzerine yapılan yurtiçi çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örneklem	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Horasan, 2012	2008 programının uygulanmasında karşılan sorunlar, uygulanabilirliği ve beklentiler hakkındaki görüşleri değerlendirmek / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=25)	Görüşme formu	Öğretmenlere yönelik etkin hizmet içi eğitimin olmaması, yıllara göre öğretim programının konu dağılımında görülen aksaklıklar, öğretilmesi arzu edilen konulara ilişkin içerikte aşırı ayrıntı, ders saati – etkinlik süresi uyumsuzluğu, farklı okul türlerinde aynı programın uygulanması programın uygulanmasına etki etmektedir

Tablo 3'ün devamı

Ayyıldız, 2010	9. ve 10. sınıf öğretim programının uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen görüşlerinin belirlenmesi / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=56)	Biyoloji öğretim programının öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi ölçeği (Çitak, 2001)	Öğretmenler programın kazanımlar, içerik ve eğitim durumları boyutuna ilişkin önermelere kısmen, değerlendirme boyutuna ilişkin önermelere ise katıldıklarını belirtmişlerdir
Savatyap an, 2007	Lise 1. sınıf (2005) öğretim programının öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=55) Öğrenci 9-12. sınıf (N=160)	Öğretmen anketi 22, Öğrenci anketi 20 sorudan	Öğretmenler yeni programı; programın temel öğeleri, hazırlanışı, bilgilendirme konularında yetersiz bulmuş ve eleştirmişlerdir. Öğrenciler yeterli hazır bulunuşluk seviyesinde olmayıp biyoloji dersine olumsuz tutum içindedir
Ayan, 2004	Lise-1 ders programındaki deneylerin uygulanabilirliği irdelenmiştir / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=50)	Açık ve kapalı uçlu sorulardan oluşan anket	Öğrenci sayısı, araç-gereç eksikliği, ders saati azlığı, laboratuvar yetersizliği, öğrenci ilgisizliği deneylerinin yapılmasına engel olmaktadır
Öztürk, 2003	Biyoloji programının uygulanma sürecinin incelenmesi / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=685)	Biyoloji programı ve öğretimi değerlendirme anketi	Programın uygulama süreci sınıf, okul ve yerel bazda farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar fiziksel yapı, okul olanakları, öğretmen özellikleri ve inançlarından etkilenmektedir. İçerik ve süre öğrenci merkezli öğretime göre ayarlanmalıdır
Uzun, 2002	Genetiğin ders kitabı ve programdaki yeri ve öğrenciler üzerine etkilerinin belirlenmesi / Tarama	11.sınıf (N=160)	Başarı testi Anket formu Ders kitapları Ders programları	Lise 2'de genetik ile ilgili konu olmadığı, konuları uygulamalı işleyen ve genetiğe yüksek ilgi duyanların öğrencilerin daha başarılı olduğu bulunmuştur
Çakmak ve Gürbüz, 2012	Biyoloji programının içerik ögesine ilişkin öğrenci görüşlerinin belirlenmesi / Tarama	10 ve 11. sınıf (N=286)	İçerik ögesi değerlendirme anketi 17 maddeden	Ayrıca öğrenciler içeriğin kendileri için yeterli olmadığını belirtmiştir. Genel olarak da, içerik ögesi hakkında öğrenciler "kısmen katılıyorum" düzeyinde görüş bildirmiştir.
Ersoy ve Merter, 2012	Biyoloji programının öğretmen görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=55)	Anket 25 likert	Eğitim fakültelerinde ölçme ve değerlendirme derslerine ağırlık verilmeli, pratik uygulamalara ağırlık verilmeli, eksiklikler hizmet içi eğitimlerle giderilmeli, öğrenci sayısı kontrol altına alınmalıdır
İrez ve Çakır, 2010	Bilimsel sorgulamanın doğası üzerine öğretmen görüşlerinin incelenmesi / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=113)	Bilim ve okul bilimi üzerine inanışlar anketi (BASSSQ)	Öğretmenlerin nesnelci görüşe sahip olmaları eğitimde reform hareketlerine engel olmaktadır
Öztürk Akar, 2005	Programın uygulamasında okul düzeyinde görülen farklılıkların ve farklılıkların temel nedenlerinin belirlenmesi / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=685)	Anket	Okulların mevcut durum ve koşullarının programın hedeflediği biçimde uygulanabilmesi için uygun olmadığı ve farklı türde okullarda çalışan öğretmenlerin benzer olanaklara sahip olmadıkları belirlenmiştir.
Dervişoğlu ve Soran, 2003	Disiplinler arası öğretim yaklaşımının Türkiye koşullarında biyoloji eğitimde uygulanabilirliği araştırılmıştır / Tarama	Biyoloji öğretmeni (N=67) Okul yöneticisi (N=25)	Anket	Disiplinler arası öğretim konusunda bilgi eksikliklerinin olduğu; ders saati, konuların uygun olmaması, okul zümreleri arası iletişimsizlik, araç-gereç yetersizliği nedeniyle ek uygulamalara yer verilemediği belirtilmiştir
Çetin ve Nişancı, 2010	Çevresel farkındalık konusunda 9.sınıf programının etkililiğinin incelenmesi / Deneysel	9.sınıf (N=91)	Çevresel farkındalık anketi, Gözlem formu, Görüşme formu	Programda kullanılan öğretim metotlarının geleneksel yöntemle oranla öğrencilerin farkındalıklarını arttırmada daha etkili olduğu bulunmuştur
Yıldırım, Kurtuldu ve Özyayın, 2003	Tam öğrenme modelinde hazırlanan biyoteknoloji ve genetik mühendisliği ünitesinin etkinliğinin incelenmesi / Deneysel	11.sınıf (N=81)	İzleme testleri 50	Test puanlarında anlamlı farklılıklar ortaya çıkmasına rağmen ünitenin işlenişinde aksaklıklar görülmüştür
Aydoğdu, 2010	9. sınıf öğretim programına ilişkin öğretmen görüşlerinin belirlenmesi / Özel durum çalışması	Biyoloji öğretmeni (N=5)	Görüşme 7	Program açık, anlaşılır, güncel ve birbiri içerisinde tutarlı görülmesine rağmen program, öğretmen, öğrenci, ders kitabı ve fiziki yapıdan kaynaklanan nedenlerden ötürü programın kazanımlar, içerik, etkinlikler ve ölçme-değerlendirme boyutunun uygulanabilir olmadığı tespit edilmiştir

Tablo 3'ün devamı

Cerrah, 2001	Meslek liselerindeki fen eğitiminin biyoloji boyutunun incelenmesi / Özel durum	9-11. sınıf (N=80) Biyoloji öğretmeni (N=12)	Öğretmen ve öğrenci gözlem formu Anket Mülakat Başarı testi	Okul farkı, öğrenci seviyesi, ders süresi, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri, öğretmenlerin alan bilgisi yetersizlikleri, düz anlatım yönteminin hâkim olduğu geliştirme süreçlerine öğretmenlerin daha fazla dâhil edilmesi gereken programın etkinliğini düşürmektedir.
Han, 2011; 2013	Thomas Kuhn'un bakış açısından geniş ölçekli eğitim reformlarının doğasını analiz etmek / Etnografik durum araştırması	Biyoloji öğretmeni (N=8)	Görüşme formu 22 Gözlem formu Döküman analizi	Eski program yaklaşımına göre yetişip deneyimlerini geliştiren öğretmenler eski ve yeni program arasındaki felsefi yaklaşım farklılıklarının kavramsal yapısını anlamada zorluklar yaşadıkları için değişime direnç göstermektedir.
Erdoğan, Bahar ve Uçak, 2012	9-12. sınıf biyoloji programlarını çevre eğitimi kavram ve kazanımları açısından incelemek / Analiz	2007 biyoloji öğretim programı	Çevre okuryazarlığı kavramsal çerçevesi Döküman analizi	Kazanımların bilişsel, duyuşsal ve psikomotor öğrenme alanları ile ilişkilendirildiği; bilişsel düzeydeki kazanımların diğer alanlara göre daha çok vurgu yapıldığı görülmüştür
Erdoğan ve Köseoğlu, 2012	Fizik, kimya ve biyoloji öğretim programlarını bilimsel okur-yazarlık temaları ve bu temaların dengesi açısından analiz etmek / Analiz	9. sınıf fizik, kimya ve biyoloji dersi öğretim programı	Teorik çerçeve (Chiappetta, Sethna ve Fillman, 1993) / Döküman analiz	Kimya programında "bilgi birikimi olarak bilim", fizik ve biyoloji programlarında "bilimin araştırma doğası" temasının fazla vurgulanmış; "düşünmenin bir yolu olarak bilim" temasının ise her üç programda da yeterince vurgulanmadığını ortaya koymuştur
Çoban, Aktaş ve Sülün, 2006	Biyoloji programını ÖSS açısından incelemek / Analiz	2001–2005 ÖSS biyoloji soruları	Döküman analizi	Program dikkate alındığında ÖSS sorularının "kapsam geçerliği" konusunda sorunların olduğu tespit edilmiştir.
Yılmaz, 2005	Uluslararası bakalorya programının biyoloji ders programı ile karşılaştırmak / Karşılaştırmalı	IB programı Biyoloji programı	Döküman analizi	IB programı hedef ve etkinlikleri bilimin doğasını öğrenmeye yönelik, öğrenci merkezlidir. MEB biyoloji programının IB yüksek seviye biyoloji programı ile uyduğu belirlenmiştir

2.1.3. Biyoloji Öğretim Programları Üzerine Yapılan Yurt Dışı Çalışmalar

Biyoloji öğretim programları ile ilgili olarak yurt dışında yürütülen çalışmalar Tablo 4'de sunulmuştur. Tablo 4'de ele alınan çalışmalar 2001-2013 yılları arasında olup toplam 21 çalışmayı içermektedir.

Tablo 4. Biyoloji öğretim programları üzerine yapılan yurt dışı çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örneklem	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Bayley, 2011	Farklaştırılmış öğretim ve öğrenci seçimi uygulamalarında BRAC programı ile yansıtıcı değerlendirmenin birleşmesinin araştırılması / Durum çalışması	9.sınıf (N=26)	Sınav kâğıtları, bilişsel anketler, öz yeterlik anketi, yansıtıcı dergiler, öğrenci çalışmaları, sonuçlandırma görevleri ve alan notları	Kendi üst düzey bilişlerini geliştiren öğrenciler kavramları daha iyi anlamış ve öğrenci seçimleri ile ünitelerle ilişkilendirilen yansıtıcı değerlendirmede öz yetliklerini geliştirmiştir.
Biessman, 2006	Lise biyoloji derslerinde öğretilenler ile üniversite biyoloji derslerinin gerektirdiklerinin belirlenmesi / Durum çalışması	Biyoloji öğretmeni, öğretim üyeleri (N=626)	Yürürlükteki program anketi (SEC) Görüşme	Lise biyolojisi ile genel biyoloji dersi birbirine çok benzer bulunmuştur. Bu benzerliğin bir planlama sonucu olmadığı ortaya konmuştur. Bulgular, ne öğrendi isen onu öğretirsin fikrini desteklemektedir.
Eleanor Enthoven, 2003	Biyoloji: Bir toplum bağlamı (BACC) programı pilot uygulama sonuçlarını araştırmak / Durum çalışması	Biyoloji öğretmeni (N=38)	BACC (Leonard ve Penick, 1998) Görüşme Sınıf gözlemleri	Yetersiz kaynaklar nedeniyle program, öğretmen, geliştirme ve değerlendirme ve sorumluluk kanalları standard temelli programda tam olarak dengelenememiştir.

Tablo 4'ün devamı

Faria, Pereira ve Chagas, 2012	Bilim tarihi temelli derslerin öğrenme ve tutum üzerine etkisinin belirlenmesi / Durum Çalışması	10.sınıf (N=28)	Görüşme Gözlem Çalışma yapırları Anket 20	Öğrenciler bilim tarihi temelli proje uygulamalarını fen ile ilgili bulmuş, bakış açılarının değiştiğini belirtmiş, tarih hakkındaki farkındalıklarını arttırdığını ifade etmiştir.
Hagay ve Baram Tsabari, 2011	Öğrenci ilgisinin bir "gölge hükümet" oluşturularak biyolojiye çekilmesi / Durum çalışması	10-12. sınıf (N=718)	Anket formları	Öğrenciler tarafından genetik, dolaşım ve üreme sistemi hakkında sorulan soruların ulusal program tarafından kapsanmadığı ancak öğrencilerin ilgilerini yansıttığı ortaya konmuştur
Lewis, 2006	SNAB programının ileri seviye biyoloji dersi pilot uygulamalarının izlenmesi / Durum çalışması	Öğretmen (N=8)	Öğretmen, Öğrenci ve teknisyenlerle görüşme Gözlem	Uygulamaları değiştirme yönündeki en büyük engelin yeni yaklaşımların nasıl etkili idare edileceğinin bilinmemesidir
Ryder ve Banner, 2013	İngiltere fen programı büyük reform üzerine öğretmen deneyimlerinin incelenmesi / Uzamsal analiz	Biyoloji öğretmeni (N=22)	Görüşme	Kişisel, içsel, dışsal öğretmen bağlamlarının uyum sağlaması durumunda destekleyici unsur olarak öğrenme ortamına yansırken aksi durumda engel oluşturmaktadır
Chabalengula, 2006; Chabalengula, Mumba, Lorschach ve Moore, 2008	Zambiya biyoloji programının bilimsel okuryazarlık ve doğası bakımından incelenmesi / Analiz	10,12., 15. Sınıf biyoloji kitapları, ders planı ve sınav kağıtları	İçerik analizi yapısı (Chiappetta ve diğ., 1993)	Ders kitapları ve planlar bilimin doğası ve temel fen içeriği üzerine vurgu yapmaktadır. Sınav sorularında ise ders içeriğini bilme ve bilimin doğası ile ilgili sorulara yer verilmektedir. BTT teması çok az yer almıştır.
Dalelo, 2012	Biyolojik çeşitlilik ve iklim değişikliği konularının Etopya biyoloji programında yeri / Analiz	Program başlıkları	Analitik kategoriler İçerik analizi	Yenilenen programa biyoçeşitlilik ile ilgili konular bütün sınıf düzeylerinde eklenmiş ancak 11.sınıfta yer verilmemiştir. İklim değişikliğine çok az yer değinilmiştir.
Lu ve Liu, 2012	2009 mezuniyet sınavları ile Çin biyoloji programının uyum düzeyinin belirlenmesi / Analiz		Porter'in uyum modeli	4 eyalette yapılan sınavlardan hiç birinin programla uyum sağlamadığı ortaya konmuştur. Uyumsuzluğun temel nedeni sınavda alt düzey bilişsel sorulara yer verilmesidir
Abualrob, Gnanamalarve Daniel, 2011	BTTÇ temelli kazanımların Filistin biyoloji ders kitaplarına yansımaları / Analiz	9.sınıf biyoloji ders kitapları	Delphi tekniği	İlk turda 71, ikinci turda ise 59 kazanımın BTT modüllerinin geliştirilmesine temel teşkil edebileceği belirlenmiştir
Cohen ve Yarden, 2010	Programda hücre konusuna boyamsal olarak yer verilmesinin ders kitaplarına yansımaları / Analiz	6 Ders kitabı	İçerik analizi	Ders kitaplarının yeni yaklaşımı desteklemediği ve kendi tarzlarında başlıklar oluşturduğu görülmüştür. Ders kitaplarının hücrenin yapısına vurgu yaptığı işleyişine değinmediği belirtilmiştir
Beyer, Delgado, Davis ve Krajcik, 2009	Öğretmen öğrenmesini teşvik etme potansiyelleri bakımından program materyallerinin değerlendirilmesi / Analiz	Uzman (N=8)	Buluşsal eğitim materyali tasarımı değerlendirme kriteri olarak kullanılmıştır	Materyaller öğretmenlerin konu alan bilgisini ve öğretmenlik içerik bilgisini destekleme eğiliminde olmasına rağmen bilimsel soruşturmacı anlayışı desteklememektedir.
DeBaz ve ElWeher, 2012	Organizmaların kökeni ve evrimi ünitesinin kapsamı ve evrim teorisinin kabulüne etkisi / Tarama	10.sınıf (N=107)	16 açık uçlu sorudan oluşan anket formu	Öğrencilerin ön inanışlarının evrimi öğrenmeye engel oluşturduğu ancak Kur'an ayetlerinin ve doğal seçim bölümünün öğrenci kabulü üzerinde etkili olduğu bulunmuştur
Kidman, 2010	Öğrenci ve öğretmenlerin ilgisini çeken anahtar biyoloji kavramlarının belirlenmesi / Tarama	Öğrenci (N=500) Öğretmen (N=35)	Biyoteknoloji eğitimi öğrenme anketi (BELs) Biyoteknoloji eğitimi öğretme anketi (BETs)	Öğretmenlerin öğrencilerin ilgilendikleri anahtar fikirleri derslerine katmadıkları belirlenmiştir. İlgisizlik nedeni ile zorunlu eğitim sonrası biyoloji tercih edilmemektedir
Hu, Chang ve Lin, 2003	Tayvan okullarında biyoloji ağırlıklı program bileşenlerinin incelenmesi / Tarama	9-12. sınıf (N=292)	Anket	Öğreniler programın sırasıyla manüplatif yetenekleri, bilimsel kavramları, fen uygulamalarını, sosyal konuları ve bilim tarihi yönüne ilgi duymuşlardır.

Tablo 4'ün devamı

Hagay, Baram Tsabari ve Peleg, 2013	Öğrenci ilgisi ile mezuniyet sınavı ve program arasındaki ilişkiyi sağlamak için yapılanları etkileyen etmenler / Gelişimsel	Biyoloji öğretmeni (N=175)	15 öğretmenle yapılan ilk mülakattan elde edilen 19 neden ile oluşturulan anket	Sivil edebiyat, program uyumluluğu, konu uygunluğu ve program sınırları en önemli etmenlerdir. Cinsiyet, deneyim, alan ve konu seçimler üzerinde etkili olmaktadır. Öğretmenler durumun farkında olsalar bile önlerinde çok çözüm yolu vardır
Krishon, 2004	3 haftalık vahşi yaşam programının etkilerinin araştırılması / Deneyisel	9 ve 10.sınıf (N=46)	Bilgi envanteri Tutum envanteri	Program öğrencilerin bilgileri üzerinde etkili olurken vahşi yaşam tutumlarına etki etmemiştir. Bununla birlikte bilgi ve tutum puanları arasında pozitif korelasyon bulunmuştur
Mnguni ve Abrie, 2012	HIV/AIDS ile ilgili anlamaları arttırmaya ve bu bilgileri günlük yaşamda kullanmaya yönelik stratejilerin belirlenmesi / Karma yöntem	11.sınıf (N=308)	Anket Delphi tekniği	Çoğu öğrencinin HIV/AIDS ile ilgili kararlarını okuldaki öğrendikleri üzerinden verdikleri görülmüştür. Katılımcılar eğitimlerin öğretmen, uzman ve hastalarla birlikte verilmesini önermiştir
DePutter Smits, Taconis, Jochems ve Van Driel, 2012	Bağlam temelli material tasarlama deneyimi olan ve olmayan öğretmenlerin yeterliklerinin karşılaştırılması / Korelasyon çalışması	Biyoloji öğretmeni (N=209)	Anket Görüşme	Tasarım deneyimi olan öğretmenler daha fazla bağlam temelli yeterlilik gösterdikleri, biyoloji öğretmenleri diğer fen dersi öğretmenlerine göre daha fazla uyum sağladıkları rapor edilmiştir

Ortaöğretim seviyesinde biyoloji öğretim programları üzerine gerek yurt içinde (Tablo 3) gerekse yurt dışında (Tablo 4) yapılan çalışmalar incelendiğinde programı oluşturan öğelerin incelendiği araştırmaların, programa uygun olarak hazırlanması beklenen öğretim materyallerinin uygulanmasıyla ilgili çalışmaların, program ile ilgili görüşlerin, programın uygulanmasında karşılaşılan sorunların, program karşılaştırmalarının yapıldığı çalışmaların yürütüldüğü görülmektedir. Özellikle yabancı alan yazında hazırlanan öğretim modül ya da program önerileri ile ilgili yansımaların incelendiği çalışmalar olduğu belirlenmiştir. 2008 biyoloji öğretim programı ile birlikte Türk eğitim sisteminde yaşanan eğitim reformu hareketinin biyoloji programlarına da yansıdığı ancak uygulama için öğretmen ve öğrencilerde paradigma değişimlerinin henüz meydana gelmediği, kullanıma hazır programa uygun öğretim materyallerinin bulunmadığı alan yazında yapılan çalışmalarla da ortaya konmaktadır. Bu çalışma ile öğretim programı kazanımları doğrultusunda öğretim etkinliklerinin hazırlanarak uygulanacak olunmasının programa uygun materyal hazırlanmasına örnek teşkil etmesi, uygulama konusunda rehber olması, uygulama materyali konusunda yaşanan boşluğun doldurulmasına katkıda bulunması beklenmektedir. Ayrıca, programa uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivite ve bilgisayar destekli etkinlik ve materyallerin yine program kazanımları doğrultusunda hazırlanan veri toplama araçları ile ölçülecek olmasının programda ulaşılmak istenen kazanımlara erişim düzeylerinin belirlenmesi yönünde tutarlı değerlendirme yapma olanağı sağlayacağı düşünülmektedir.

2.2. Yapısalcı Yaklaşım

“Yapılandırmacılık”, İngilizce “constructivism” sözcüğünün karşılığı olarak kullanılmaktadır (Demirel, 2000). Ayrıca İngilizce “structuralism”, Fransızca “structuralisme”, Almanca “strukturalismus” terimlerinin Türkçe karşılığı olarak da “yapısalcılık” sözcüğü kullanılmaktadır (Oğuzkan, 1993). Yine “oluşturmacılık”, “kurmacılık”, “bütünleştiricilik”, “yapılandırıcı öğrenme”, “yapısalcı öğrenme”, “oluşumcu yaklaşım” gibi kelime ve kavramlarla “yapılandırmacılık” ifade edilmektedir.

Yapısalcılık yeni bir yaklaşım olmayıp kökeni “*Ne duyduysam, unuttum. Ne görürsem, hatırlarım. Ne yaparsam, anlarım*” sözünün sahibi Konfüçyüs’a kadar uzanmaktadır. Bir felsefe akımı olarak başlayan yapısalcı yaklaşım, sosyoloji ve antropolojiye daha sonra da psikoloji ve eğitime uygulanmıştır. Yapısalcılık bir bilgi ve öğrenme kuramıdır. Öğrenen yeni bir bilgiyle karşılaştığında dünyayı tanımlama ve açıklama için önceden oluşturduğu kurallarını kullanır ya da algıladığı bilgiyi daha iyi açıklamak için yeni kurallar oluşturur (Brooks ve Brooks, 1999).

Yapısalcı kuram bilgiyi geçici, gelişimsel, sosyal ve kültürel boyutlu, hedef odaklı olmayan bir fenomen olarak tanımlamaktadır. Bilginin öğrenenden bağımsız olarak var olabileceği görüşünden vazgeçilmiştir. Gerçek bilgi, bireyin yaşantısından bağımsız olarak gerçekleşemez (Koç, 2002). Yapısalcı yaklaşımda gerçek bilginin varlığı kabul edilir ancak bu bilgi, yaşamımızdaki olaylar ve onlar arasındaki ilişkilerden oluşmaktadır. Yapısalcı görüşe göre bilgi ya da anlam bireysel olarak yapılandırılan bir şey olduğundan dünyada hiçbir nesne, olgu ya da kavrama ilişkin tek ve nesnel bir gerçeklikten söz edilemez. Gerçeklik bir bakıma, birey gerçekliği ne olarak tasarlırsa ya da algılırsa odur (von Glasersfeld, 1995).

Yapısalcılar fikirlerin bütünüyle doğru ya da yanlış olarak savunulamayacağı görüşünü benimsemişlerdir. Bireylerin yaşama bakış açıları, olayları nasıl kavradıkları ve hangi düzeyde değer vererek gerçek kabul ettikleri anlaşılamaz. O halde, bilimsel doğrular hakkında konuşmaktansa, toplumun çoğunluğu tarafından genel olarak kabul edilenler hakkında konuşurlar (Colburn, 2000). Davranışçı ve bilişsel yaklaşımdaki nesnel ve kişisel olmayan bilgiyle yapısalcılıktaki öznel ve kişisel bilgi arasında gerçek bir fark vardır. Nesnel bilgi denetim altında düzenlenmiş, sunulmuş ve kuramsallaşmıştır. Tümüyle bilinen hakkında düşünme gereksinimi duyulmaz. Bilgi ve düşünce ise, kuşkudan veya belirsizlikten doğar. Karşıt düşüncenin oluşum nedeni, sahiplenme isteğinden çok, araştırma ve bilgiyi kavrama amacı taşır (Dewey, 1916).

Öğrenenlerin bilgiyi nasıl öğrendiklerine ilişkin bir kuram olarak gelişmeye başlayan yapısalcılık zamanla öğrenenlerin bilgiyi nasıl yapılandırdıklarına ilişkin bir yaklaşım halini almıştır. Yapısalcılıkta bilginin tekrarı değil, bilginin transferi ve yeniden yapılanması söz

konusudur (Perkins, 1999). Öğrenenin etkin rol aldığı yapısalıcı öğrenmede sadece okumak ve dinlemek yerine tartışma, fikirleri savunma, hipotez kurma, sorgulama ve fikirler paylaşma gibi öğrenme sürecine etkin katılım yoluyla öğrenme gerçekleştirir. Bireylerin etkileşimi önemlidir. Öğrenenler, bilgiyi olduğu gibi kabul etmezler, bilgiyi oluşturur ya da tekrar keşfederler (Perkins, 1999). Bu nedenle, yapısalıcı öğrenmede bilgiyi araştırma, yorumlama ve analiz etme, bilgiyi ve düşünme sürecini geliştirme, yeni fikirler ve kavramların oluşturulması ile anlamı geliştirme ve geçmişteki yaşantılarla yeni yaşantıları bütünleştirme temel alınmıştır (Marlow ve Page, 1998).

2.2.1. Yapısalıcı Yaklaşımda Öğrenme Ortamı

Yapısalıcı öğrenme ortamı, kavramların derinlemesine anlaşılabilmesine olanak tanıyan araştırma, soruşturma etkinliklerini temele alır. Yapısalıcı öğrenme ortamında öğrenen, sahip olunan bilginin farklı durumlarda işe koşulmasına yardımcı olacak zihinsel örüntüler geliştirebileceği yeterlilikte bir ortama ihtiyaç duyar (Spiro, Feltovich, Jacobson ve Coulson, 1991). Yapısalıcı anlayışa göre düzenlenmiş öğrenme ortamlarında, öğrenenin kendi öğrenme süreçlerinde sorumluluk alması ve sorumluluk alınan öğrenme sürecinin benimsenmesi kazandırılmaya çalışılan bir davranış biçimi olacaktır (Wilson, 1997). Böylece, öğrenen öğrenme ihtiyaçlarını kendisi belirleyerek, kendi öğrenme etkinliklerini düzenleyebilme ve daha üst seviyede zihinsel fonksiyonlar yürütebilme olanağına kavuşmuş olacaktır.

Yapısalıcı öğrenme ortamlarında demokratik anlayışın benimsenmesine ihtiyaç vardır. Demokratik anlayışın benimsendiği öğrenme ortamları paylaşılmış sorumluluk ve karar verme süreçlerini içermektedir. Demokratik öğrenme ortamını niteleyen özellikler; öğrenmede birey deneyiminin öneminin kabul edilmesi, azınlıkların, bireysel farklılıkların hatta tüm sınıf özelliklerinin öğretim etkinliklerinde gözetilmesi, öğrencilerin fikir ve düşünce alışverişi yapabilecekleri işbirlikçi ve inisiyatif sahibi olacakları etkinliklere aktif katılımını sağlayacak ortamın varlığı ve öğrenim hakkında alınacak kararlarda öğrencilere söz hakkı verilmesi olarak sıralanmıştır (Deryakulu, 2002). Yapısalıcı sınıfın demokratik ve etkileşimli işleyişi öğrenene aktif ve özgür bireyler olma olanağı verir. Böylece, öğretmenler daha verimli olma şansını yakalarken öğrencilerde bilgiyi bireysel olarak yapılandırarak kendileri için daha anlamlı hale getirebilirler.

Yapısalıcı öğrenme sürecinde öğrenenin aktif rol üstlenmesinin ve kendi anlam örüntüsünü oluşturabilmesinin, öğretmenin başarılı bir biçimde bilgiyi öğrenciye aktarmasından daha önemli görüldüğü söylenebilir. Çünkü yapısalıcı öğrenme ortamlarında içerik öğrenenin ezberlemesi gereken bir bilgi yığını olarak düşünülemez. Yapısalıcı öğretimde içerik, öğrenenin sosyal yapı içinde deneyimleri ve ilişkileri ile yapılandıracağı bilgi, yetenek ve

stratejilerin bir bütünü olarak değerlendirilir (Applebee, 1993). Bu nedenle, bilginin ve öğrenmenin ne olduğuna ilişkin açıklamalar çerçevesinde bilginin değerlendirilmesinden çok, bilgi oluşturma süreci ile ilgilidir. Bu süreçte, öğrenenlerin anlamalarını yansıtması için performans değerlendirme, özgün değerlendirme, günlük yazma, öğretmen gözlemleri, görüşme, problem çözme gibi çoklu değerlendirme teknikleri kullanılmaktadır. Özetle, yapısalcı öğrenme sürecinde değerlendirme, öğretimden ayrı değil; öğretimin içinde yer alan, öğretime yön veren ve devam eden bir süreç olarak görülmektedir (Marlowe ve Page, 1998).

Yapısalcı yaklaşımda sınıf ortamı öğrencilerin bilgiyi yapılandırmada önemli bir faktördür. Ancak mevcut eğitim sistemimizde sınıf ortamında geleneksel anlayış hâkimdir. Brooks ve Brooks (1999), yapılandırmacı ve geleneksel sınıf ortamının özelliklerinin bir karşılaştırması Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5. Geleneksel ve yapısalcı sınıf ortamları

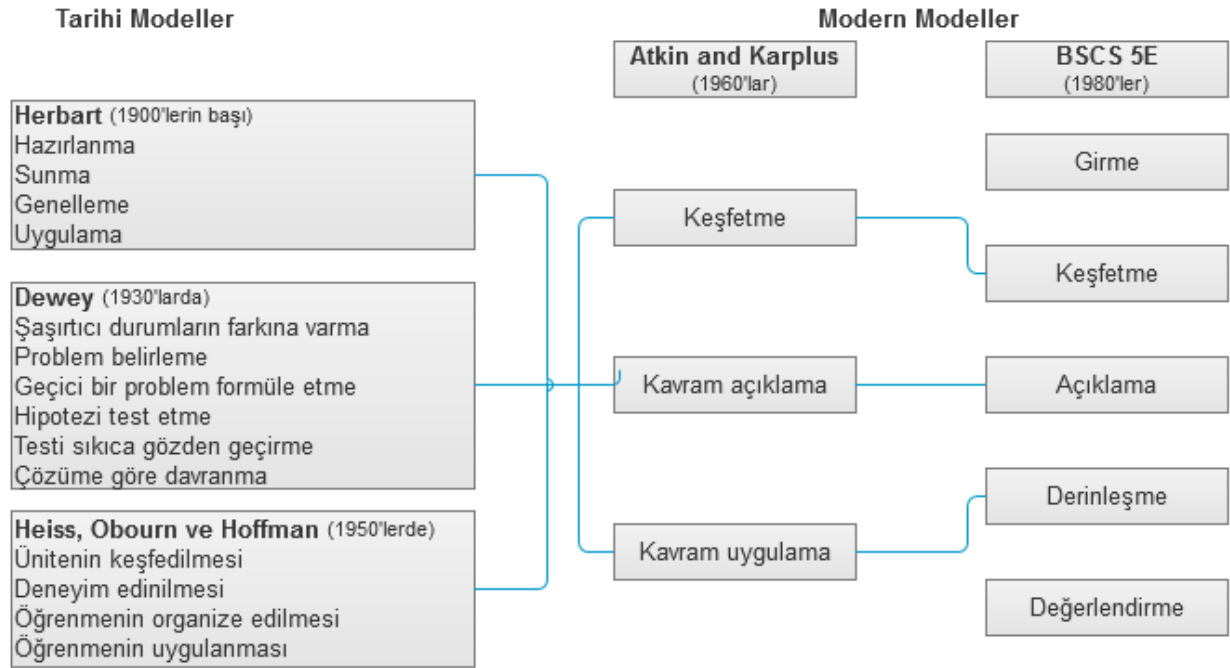
Geleneksel Sınıflar	Yapısalcı Sınıflar
Konular temel beceriler vurgulanarak parçadan bütüne doğru sunulur.	Konular ana kavramlar vurgulanarak bütünden parçaya doğru sunulur.
Programa sıkı bir şekilde bağlı kalmak önemlidir.	Öğrencilerin istekleri, ilgileri, ihtiyaçları ve çeşitli konularla ilgili sorularına önem verilir.
Eğitim programıyla ilgili etkinlikler, ders kitapları ile sınırlıdır.	Eğitim programıyla ilgili etkinlikler, geniş ölçüde birincil derecedeki kaynaklara dayanır.
Öğrenciler, bilgi gereksinimlerini öğretmenler yoluyla gidermeye çalışırlar.	Öğrenciler, yaşadıkları öğrenme deneyimleri sonucunda bilişsel yapılar oluştururlar.
Öğretmenler genellikle, bilgiyi öğrenciye aktaran öğretici bir üslup ile davranır.	Öğretmenler, bilgi ile öğrenci arasında aracılık eden etkileşimli bir tavır içinde olur.
Öğretmenler, öğrenci başarısını ve öğrenmesini değerlendirmek için sorulara kesin ve tek doğru cevap beklerler.	Öğretmenler, öğrencilerin belli bir konu hakkında çeşitli görüş ve fikirlerini anlamak için çaba gösterirler.
Öğrenme, öğretimden tamamen bağımsız olarak sınavlar ile değerlendirilir.	Değerlendirme öğrenme sürecinin bir parçası olarak kesintisiz devam eder.
Bireysel öğrenme ve çalışma ön plandadır.	Birlikte öğrenme ve grup çalışması ön plandadır.

Sonuç olarak, yapılandırmacı öğrenme kuramı, öğretimin tüm öğelerini etkilemekte ve öğretmen merkezli yaklaşımlardan oldukça farklı ve öğreneni etkin kılan bir öğrenme ortamı sunmaktadır (Koç ve Demirel, 2004).

2.2.2. 5E Öğrenme Modeli

20. yüzyılın başlarından itibaren, yapısalcı kuramın eğitime yansımalarının etkisi ile farklı öğretim modelleri ileri sürülmüştür. İleri süren yapısalcı öğretim modellerinden biri de 5E öğretim modelidir. Model ilk olarak 1980’lerin sonunda, Bybee ve ekibi tarafından BSCS (Biological Science Curriculum Study) bünyesinde yürütülen Hayat ve Yaşam için Fen

projesi kapsamında uygulamaya konmuştur (Bybee ve Landes, 1990). 5E öğretim modeli daha önceki yıllarda ileri sürülen öğretim modelleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Şekil 2'de modern 5E öğretim modeline kaynaklık eden öğretim modelleri tarihsel süreç içerisinde belirtilmiştir (Bybee ve diğ., 2006).



Şekil 2 Öğretim modellerinin kökeni ve gelişimi

5E modeli, öğrencinin araştırma merakını artıran, konu ile ilgili beklentilerine cevap veren, sahip oldukları bilgi ve becerilerinin aktif bir şekilde kullanımını içeren etkinliklerden oluşmaktadır. Model, yeni bir kavramın öğrenilmesinde veya bilinen kavramın daha derinlemesine anlaşılmasına çalışan doğrusal bir süreçtir. Bu model girme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır (Bozdoğan ve Altunçekiç, 2007).

2.2.2.1. Girme

Öğrenci başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi motivasyondur. Eğer öğrenciler konuya ilgi duyar ve motive olurlarsa kendi meraklarını gidermek isteyeceklerdir. Bu sebeple öğrenme döngüsünün ilk basamağı da, öğrencilerin ilgilerinin çekildiği, ön bilgilerinin ortaya çıkarıldığı girme basamağıdır. Bu basamakta, günlük hayattan birtakım örnekler verilebilir, çeşitli gösteri deneyleri yapılabilir ya da öğrencilerde merak uyandıracak sorular sorulabilir. Burada, öğretmenin sınıfa yönelttiği sorular önemlidir. Bu sorularla öğretmen, öğrencilerin konu ya da kavram hakkında ne düşündükleri ve varsa ön

bilgilerinin ne düzeyde olduğu hakkında fikir edinmiş olur. Bu aşamada öğretmennin görevi kavramları tanıtmak değil, sorular yönelterek öğrencilerde merak uyandırmaktır (Ekici, 2007).

2.2.2.2. Keşfetme

Bu aşamada öğrenciler, olaylar ve materyaller işe koşularak öğrenilmesi istenilen olgu ile ilgili öğrenme fırsatları sunulur. Öğretmen, materyalleri hazırlar, öğrencilere rehberlik eder, öğrencilerin gruplar halinde çalışmalarına ve tartışmalarına uygun zemin hazırlar, iletişim yolunda onlara yardım eder, aktiviteleri kolaylaştırır, soru sormalarını destekler, gözlem yapmalarına ve verileri kaydetmelerine yardımcı olur. Ancak bilgi vermez, açıklamada bulunmaz, yargılamaz. Piaget'nin teorisine göre bu zaman dengesizlik zamanıdır. Öğrencilerde önerme ve hipotezlerin oluşması için bir fırsattır (şems, 2006).

2.2.2.3. Açıklama

Bu aşamaya gelindiğinde artık öğrenciler topladıkları veriler yardımıyla yeni kavramlara ulaşmaya çalışırlar. Burada öğrencilerin katılımı çok önemlidir ve öğretmen öğrencilere rehberlik ederek onların birtakım yanlış kavramlar geliştirmelerine engel olur. Öğretmen öğrencileri açıklama yapmaya teşvik eder. Aynı zamanda açıklanacak olan kavram ya da olgu öğretmenin sorduğu soruların ışığında mutlak öğrenci katılımı ile sağlanır. Yani prensip, tanım ya da kavram öğretmen-öğrenci işbirliği ile ortaya çıkarılır.

2.2.2.4. Derinleştirme

Derinleştirme basamağı, öğrencilerin yeni sınıflandırmalarını, tanımlamalarını, açıklamalarını ve yeteneklerini yeni fakat benzer durumlara uygulamalarına olanak sağlar. Çoğunlukla deneysel sorgulama, inceleme projeleri, problem çözümü ve karar verme etkinliklerini kapsar. Bu basamakta öğrencilerin, üzerinde fikir geliştirdikleri yeni durum öğretmen tarafından ortaya atılabileceği gibi öğrenciler tarafından da ortaya atılabilir. Yeni durum hakkında öğrenciler sahip oldukları veri ve bilgilerle kendi fikirlerini savunmaya çalışırlar. Öğrencilerin fikirlerini savunmaları onların öğrendiklerinin bir göstergesidir.

2.2.2.5. Değerlendirme

Öğrencilerin göstermiş oldukları performans ve becerilerin, kavramları algılayışlarının ve uygulamalarının değerlendirildiği bir süreçtir. Değerlendirme sadece bu basamakta değil bütün basamaklarda yapılır. Öğretmen, öğrenme döngüsü boyunca değerlendirme yapar.

Ayrıca 5E modeli öğretmen değerlendirmesi yanında öğrenci değerlendirmesini de içine alır ki bu çok önemlidir. Bu basamakta öğrenciler akran değerlendirmesi yapabilirler ya da öğretmen kavram haritası, poster hazırlama gibi değerlendirme teknikleri kullanabilir (Ekici, 2007).

2.2.3. Biyoloji Öğretiminde Yapısalci Yaklaşım

Yapısalci öğretimde başlangıç noktası öğrencilerin önceki bilgi ve deneyimleridir. Öğrencilerin bilimsel bilgileri önceki bilgileri ile ilişkilendirerek yapılandırmaları sağlanmalıdır. Bu nedenle, öğretmen öğrencilerin hazır bulunuşluklarının farkında olmalı ve konuyla ilgili uyarıcı materyalleri öğrencilerine sunarak karşı karşıya kalınan problem veya durum hakkında öğrenilmesi gereken bilgileri öğrencilerin keşfetmelerini ve eski bilgiler ile yeni bilgilerin ilişkilendirilerek yapılandırılmasını sağlamalıdır (Kılıç, 2001).

Yapısalci yaklaşımda kişinin kendi bilgilerini ancak kendisi oluşturduğu savunulduğu için, bu yaklaşıma dayanan fen öğretiminde bilimsel bilgi öğrencilere doğrudan aktarılmamalı, uygun ortamlar sağlanarak öğrencilerin bilim insanları gibi çalışıp bilimsel bilgileri kendileri keşfederek ve arkadaşları ile tartışarak oluşturmalarına yardımcı olunmalıdır (İşman, Baytekin, Balkan, Horzum ve Kıyıcı, 2002). Öğrencilerin karşılaştığı herhangi bir problem karşısında kalıplaşmış bilgilerden yola çıkarak çözüm üretmesi yerine, problem hakkındaki bilgileri araştırarak, keşfederek, hipotezler kurarak ve elde ettiği sonuçları bir bilim adamı gibi yorumlayarak bir bilimsel çalışma süreci sonunda problemin çözümüne ulaşması ve bilgileri yapılandırması sağlanır. Öğretmen, deneyler ya da yapılandırmacı yaklaşıma dayalı çeşitli etkinlikler yaptırarak öğrencinin yeni bilgilerini anlamlandırmasını ve kavramları ilişkilendirmesini sağlamalıdır (Atasoy, 2002).

Fen dersleri içerisinde belki de en fazla biyoloji konularında deney, proje, gezi-gözlem gibi öğrenci etkinliğine dayalı aktivitelere ihtiyaç duyulmaktadır (Yaman ve Soran, 2000). Buna rağmen bazı çalışmalar çeşitli nedenlerle derslerin çoğunlukla tahta, tebeşir, ders kitabı kullanılarak ve düz anlatımla yapıldığını göstermektedir (Akaydın, Güler ve Mülayım, 2000). Ayrıca yapılan çalışmalar, öğrencilerin biyoloji derslerinde edindikleri bilgileri günlük hayatta kullanamadıklarını göstermektedir (Yüzbaşıoğlu ve Atav, 2004). Oysa yapılandırmacı yaklaşımda öğrenenin bilimsel bilgileri ezberlemeleri değil, hayatları boyunca karşılaştıkları problemleri çözebilmeleri için gerekli bilimsel tutum ve zihni süreç becerilerini yeteneklerinin elverdiği oranda kazanmaları önemli görülmektedir (Akgün, 2001).

2.2.4. Yapısalcılık Üzerine Ortaöğretim Biyoloji Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmalar

Biyoloji eğitimi alanında ortaöğretim seviyesinde yürütülen yapısalcılık ile ilgili çalışmalar Tablo 6'da sunulmuştur. Tablo 6'da ele alınan çalışmalar 2001-2013 yılları arasında olup toplam 19 çalışmayı içermektedir.

Tablo 6. Ortaöğretim biyoloji eğitimi alanında yapısalcılık üzerine yapılan çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örneklem	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Cavallo ve Laubach, 2001	Öğrencilerin fen derslerine kayıt olma kararları ve bu karara etki eden bazı tutumsal kabullerin incelenmesi / Betimsel	10.sınıf (N=119)	Anket formu Gözlem formu	Öğrencilerin ideal öğrenme döngüsüne bağlı kalınan sınıflara karşı daha olumlu tutum içerisinde oldukları belirlenmiştir.
Özcan, 2003	Öğrenci ve öğretmenlerin lise düzeyindeki biyoloji eğitimi hakkında görüşlerinin belirlenmesi / Betimsel	11.sınıf (N=45) Biyoloji öğretmeni (N=45)	Öğrenci görüşme protokolü Öğretmen görüşme protokolü	Aşırı müfredat yükü, ders saati, ekonomik yetersizlik, biyoloji algısı, biyolojinin özellikleri, üniversite giriş sınavı soru özellikleri ve okul eğitimi başarısızlık nedeni olmaktadır
Yörek, 2006	Biyolojik çeşitliliğin yapısalci yaklaşımla anlatılmasının kavramsal anlama üzerindeki etkisinin araştırılması / Betimsel	9.sınıf (N=191)	Kavramsal anlama testi, Görüşme formu	Öğrenciler canlılara ve doğaya karşı holistik anlayışla bakmakta bazı ekolojik kavramları edinilememekte, antropomorfik ve animistik biçimde düşünmektedir
Gül, 2011	Taşıma ve dolaşım sistemlerinin BDÖ öğretiminde 5E modeli ders yazılımının etkisinin incelenmesi / Deneysel	11.sınıf (N=147)	Kavramsal anlama testi, Başarı Testi, Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği, Biyoloji ve biyoloji dersine yönelik tutum ölçeği, Görüşme formu	Ders yazılımı ile yürütülen etkinliklerinin kavram yanlışlarının giderilmesi, başarıların artırılması ve tutumların olumlu yönde geliştirilmesinde önemli ölçüde katkı sağladığı ortaya konmuştur.
Uğulu, 2011	Yapılandırmacı yaklaşıma göre oluşturulan Yeniden Kazanım Eğitim Programı (YKEP)'nin etkisinin belirlenmesi / Deneysel	10. sınıf (N=68)	Çevreye yönelik tutum ölçeği, Ekosistem ekolojisi kavramsal anlama testi, Yeniden kazanım başarı testi, Görüşme	Deney ve karşılaştırma grubu öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarında ve yeniden kazanım bilgilerinde anlamlı bir farklılığın olduğu gözlemlenmiştir
Kahya, 2009	Canlıların sınıflandırılması ve biyolojik çeşitlilik ünitesine yönelik yapılandırmacı yaklaşıma dayalı materyal hazırlanması ve etkinliğinin araştırılması / Deneysel	9.sınıf (N=120)	Başarı testi, Gözlem, Mülakat	Biyoloji başarıları açısından deney grubu lehine anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. Gözlem ve mülakatlar deney grubunda öğrencilerin bilimsel becerileri ve derse karşı yatkınlığın pozitif yönde geliştiğini göstermiştir.
Ercan, 2009	Madde döngüleri öğretiminde 5E öğrenme modelinin etkisinin incelenmesi / Deneysel	10.sınıf (N=50)	Madde döngüleri başarı testi	Madde döngülerinin öğrenilmesinde 5E modeli geleneksel yöntemden daha etkilidir
Berkant, 2007	Ekoloji ünitesinin yapısalci öğrenme temelli anlamlı nedensel düşünmeye dayalı öğretiminin etkisinin araştırılması / Deneysel	9.sınıf (N=62)	Biyoloji akademik başarı testi, Anlamlı nedensel düşünme değerlendirme testi, Okuduğunu anlama testi, Görüşme formu, Kişisel bilgiler formu	Deney grubunda yapılan uygulamaların öğrencilerin biyoloji akademik başarıları ve anlamlı nedensel düşünme becerileri üzerine olumlu etkileri olduğu ancak etkinin kalıcı olmadığı belirlenmiştir.
Şems, 2006	Canlıların temel bileşenleri konusunun öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımın etkisini belirlenmesi / Deneysel	9.sınıf (N=54)	Canlıların temel bileşenleri, Başarı Testi	Deney grubu uygulamalarının öğrencilerin biyoloji konularını öğrenmelerinde geleneksel öğretimden daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır
Aytaç, 2004	Canlılığın çeşitliliği ve sınıflandırma konusunun öğretilmesinde görsel yapılandırmacı eğitimin etkisi / Deneysel	9.sınıf (N=107)	Mantıksal düşünme yeteneği testi, Canlıların çeşitliliği ve sınıflandırma başarı testi	Görsel yöntemlerin uygulandığı deney gruplarının konuyu düz anlatım yöntemiyle işleyen kontrol gruplarından daha başarılı oldukları görülmüştür

Tablo 6'nın devamı

Al Khawaldeh, 2013	Genetik kavramlarının öğretiminde tahmin/tartışma temelli öğrenme döngüsü ve kavramsal değişim metinlerinin etkisinin belirlenmesi / Deneysel	10.sınıf (N=112)	Genetik kavram testi Mantıksal düşünme testi	Hem tahmin/tartışma temelli öğrenme döngüsü hem de kavramsal değişim metinleri geleneksel yöntemle oranla daha etkili olduğu bulunmuştur
Aktaş, 2013	Kalıtım, gen mühendisliği ve biyoteknoloji ünitesinin 5E öğrenme modeli ve iş birlikli öğrenme ile öğretiminin etkisinin araştırılması / Deneysel	11.sınıf (N=93)	Biyoloji tutum ölçeği	5E modelinin iş birlikli ve geleneksel, işbirlikli yöntemin ise geleneksel yöntemle oranla tutumlar üzerine daha olumlu etkileri olduğu ortaya konmuştur
Kowasupat, Jittam, Sriwattanarot hai, Ruenwongsa ve Panijpan, 2012	Hayvanların sosyal davranışlarının öğretiminin 5E modeli ile öğretiminin etkilerinin incelenmesi / Deneysel	11.sınıf (N=37)	Kavram testi, çalışma yaprağı, grup sunuları, grup raporları, öğrenci kabulleri, görüşme ve sınıf gözlemleri	Konuyu 5E öğrenme grubunda öğrenen öğrenciler daha iyi kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri ve öğrenme ünitesine karşı olumlu tutum geliştirmiştir
Polyiem, Nuangchalem ve Wongchantra, 2011	Genetik öğretiminde sosyobilimsel yaklaşımın ve 7E öğrenme döngüsünün etkisinin belirlenmesi / Deneysel	9.sınıf (N=135)	Başarı testi, bilimsel süreç becerileri testi, ekin sel nedensellik testi	7E modeli başarı üzerinde, sosyo bilimsel yaklaşım ise başarının yanı sıra bilimsel süreç ve ekin sel nedensellik üzerinde olumlu etkiler göstermiştir
Sadi ve Çakiroğlu, 2010	İnsan dolaşım sisteminin öğretiminde 5E öğrenme döngüsünün etkinliğinin belirlenmesi / Deneysel	11.sınıf (N=60)	İnsan dolaşım sistemi başarı testi	5E öğrenme döngüsü öğrencilerin insan dolaşım sistemi konusundaki başarılarını geleneksel yöntemle oranla arttırmıştır
Saygın, Atılboz ve Salman, 2006	Hücre Ünitesinin yapılandırıcı öğretim yaklaşımı öğretiminin etkilerinin belirlenmesi / Deneysel	9.sınıf (N=47)	Hücre bilgisi testi	Yapılandırmacı öğrenme ile öğrenim gören öğrenciler geleneksel yöntemle öğrenenlere oranla hücre ünitesini öğrenmede daha başarılı olmuştur
Odom ve Kelly, 2001	Difüzyon ve osmosun kavram haritası/öğrenme döngüsü ve kavram haritası ile öğretimin etkisinin belirlenmesi / Deneysel	9-10. sınıf (N=108)	Difüzyon ve osmos teşhis testi	Hem kavram haritası hem de kavram haritası/ öğrenme döngüsü yöntemi geleneksel yöntemle oranla kavram öğretiminde daha etkili olmuştur.
Riemeier ve Gropengieer, 2008	Hücre bölünmesi öğretiminde yeniden yapılandırıcılık modelinin etkinliğinin belirlenmesi / Durum çalışması	9.sınıf (N=5)	Video kayıtları / Nicel veri analizi	Modelin öğrencilerin hücre biyolojisi konusundaki anlamalarına derinlemesine etki ederek arzu edilen kavramsal gelişmeyi sağladığı ortaya konmuştur
Sweeney, 2010	Yaşayan çevre dersinde akademik risk altındaki öğrencilerin öğretimine yapısalci yaklaşımın etkisinin belirlenmesi / Fenomenolojik	11-12.sınıf (N=8)	Çevre ile ilgili açık uçlu sorulardan oluşan anket	Öğrenciler grup çalışması ve aktif katılımı tercih etmiştir. Kursta öğretilen bağ sisteminin organize olmalarına ve akademik başarıları üzerinde olumlu etkileri olmuştur

Tablo 6'da biyoloji eğitiminde yapısalcılık ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde yapısalci felsefeye uygun olarak öğretim modülü, öğretim materyali, rehber materyal ya da öğretim etkinliği hazırlama ve hazırlanan bu öğretimsel araçların işleyişini ya da başarısını, biyoloji kavramları, çeşitli beceriler, anlamlı öğrenme gibi değişkenlere etkilerini belirlemek üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Bu çalışmada biyoloji öğretim programının büyük ölçüde yapısalci anlayış etkisi altında olması nedeniyle yapısalci anlayışa uygun olarak geliştirilecek olan öğretim uygulamaları ile öğrenim gören öğrencilerin biyoloji öğretim programının kazanımlarına erişim düzeyleri belirlenmeye çalışılacaktır. HBUÖ öğretimine yönelik olarak yapısalci anlayış doğrultusunda

geliştirilecek olan yapısalıcı aktivitelerin ve bilgisayar destekli etkinliklerin biyoloji eğitimi alanında yapısalıcı anlayış benimsenerek yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalara (Riemeier ve Gropengieer, 2008) katkıda bulunması beklenmektedir.

2.3. Bilgisayarla Öğretim

Bilim ve teknoloji alanındaki hızlı gelişmeler diğer sistemleri olduğu kadar eğitsel ve sosyal sistemleri de etkilemektedir. Günümüzde bilgi, gelişmiş toplumlarda ekonomik gelişmelerin anahtarı haline gelmiştir. Teknoloji ise eğitim sürecinin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bilgi teknolojisinin hızla gelişmesi, bilgi toplumlarının ortaya çıkmasına neden olmuş, toplumların yeni teknolojik gelişmeleri izlemeleri ve kendilerine uyarlamaları zorunlu hale gelmiştir. Bilginin ve öğrenci sayısının hızla artması bir takım sorunları da beraberinde getirmiş, eğitim sürecinin ve niteliğinin gelişmesinde önemli rol oynayan yeni teknolojilerin eğitim kurumlarına girmesi zorunlu hale gelmiştir. Söz konusu yeni teknolojik sistemlerden biriside, “en etkili iletişim ve bireysel öğretim aracı” olarak nitelendirilen bilgisayar olmuştur (Akkoyunlu, 1991; Uşun, 2000).

Öğretme-öğrenme etkinliklerini bireysel ihtiyaçlara biçimde düzenlemek, eğitim hizmetlerini daha verimli ve etkili bir biçimde yürütmek ve çağdaş bir öğretme-öğrenme ortamı oluşturmak amacıyla diğer araçlar gibi bilgisayarlar da geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bilgisayarların her türlü öğretim faaliyetlerinde kullanımı bilgisayarla öğretim olarak adlandırılmaktadır (İpek, 2001). Bilgisayarla öğretim süreçlerinde bilgisayarın farklı biçimlerde kullanılıyor olması bilgisayarla öğretim yöntemlerinin ortaya çıkmasını sonuç vermiştir (White ve Hubbard, 1988). Bilgisayarla öğretim yöntemleri, aralarında uygulama bakımından teknik olarak büyük farklılıklar olmamasına karşın farklı isimlerle adlandırılmaktadır. Bilgisayarla öğretim yöntemleri arasında öğretim süreçleri içerisinde sağlamış olduğu yararlar dikkate alınarak, bilgisayar destekli öğretim ve bilgisayar tabanlı öğretim adı altında iki farklı yöntem öne çıkmaktadır (İşman, 2003).

Bilgisayar destekli öğretim, öğretmen de dâhil, diğer bütün ortamlar aracılığı ile yapılan öğretimin, kendine özgü potansiyelini işe koşturmak suretiyle, bilgisayar tarafından desteklenmesidir (Şimşek, 1998). Bilgisayar destekli öğretim süreçlerinde, bilgisayarlar bir öğrenme yardımcısı olarak kullanılırlar. Bu tür kullanımlar gösteri ya da uygulamayı içerir. Bilgisayar destekli öğretim anlayışında bilgisayarlarda dâhil değişik ortamların potansiyellerinden yararlanmak temel hedeftir. Böyle bir uygulama bilgisayarları öğretim hizmetlerinde kullanımının en çok ümit vaat edeni olarak görülmektedir. Bilgisayar destekli öğretim anlayışında öğretim faaliyetleri öğretmen tarafından gerçekleştirilir. Bilgisayarlar öğretimi destekler nitelikte kullanılır. Öğretim ortamında bilgisayar haricinde ve en az aynı ağırlıkta bir başka ortamın kullanılmış olması bilgisayarlı öğretim uygulamasının bilgisayar

destekli öğretim olarak nitelendirilmesine yeterli olur. Öğretmenler dersin ve hedef davranışların öğrencilere öğretilmesinde bilgisayarları süreçlere kontrollü olarak dâhil ederler (Alkan, 1986; İşman, 2003).

Bilgisayar tabanlı öğretim süreçlerinde, bilgisayarlar birincil ve en baskın öğretim ortamıdır. Öğretim faaliyetleri bilgisayar tarafından gerçekleştirilir. Bilgisayarlar bütün eğitim ve öğretim faaliyetlerinin uygulayıcısı konumundadır. Diğer ortamların desteğine bilgisayarların önüne geçmemek şartıyla çok az da olsa başvurulabilir. Öğretimsel işlevlerin tamamı ya da büyük çoğunluğu bilgisayarlara yüklenmiştir. Dersin ve belirlenen hedef ve davranışların öğrencilere öğreticisi bilgisayarlardır. Öğrenciler öğrenme yaşantılarını yalnızca ya da büyük oranda bilgisayar ortamında kazanırlar. Öğretmenler bu süreç içerisinde ikinci planda kalarak dersin organizasyonu işlerini yönetir. Bilgisayar tabanlı öğretim yöntemi farklı özellikteki öğrencilere kendi özelliklerine uygun olan öğrenme ortamları oluşturur. Bu sayede kalıcı, etkili ve uygun olan öğrenmeler istenilen yer ve zamanda gerçekleşebilir (İşman, 2003; Rowe ve Gregor, 1999; Şimşek, 1998).

Bu çalışmada, bilgisayarla öğretim yöntemlerinden hem bilgisayarların daha çok öğretimi destekleyici tarzda kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yöntemi hem de öğrencilere kendi öğrenmelerine uygun olarak bilgisayarları kullanmalarına olanak veren bilgisayar tabanlı öğretim yöntemleri bir arada kullanılmıştır.

2.3.1. Bilgisayarla Öğretimin Amaçları

Bilgisayarla öğretimin temel amacı, eğitim niteliğini arttırarak bilgi teknolojileri çağının ihtiyaçlarına uygun insan gücü yetiştirebilmek olarak tanımlanmaktadır (Seferoğlu, 2006). Bilgisayarla öğretim süreçlerinde bilgisayarların işe koşulmasındaki temel neden materyalleri ya da bilgiyi en iyi biçimde kullanmada öğrenciye ve öğretim sürecine yardım etmektir. Bu doğrultuda bilgisayarla öğretim geleneksel öğretim yöntemlerini daha etkili hale getirme, öğrenme sürecini hızlandırma, zengin materyal sağlama, ucuz ve etkili öğretimi gerçekleştirme, gereksinmeye dayalı öğretimi gerçekleştirme, telafi edici öğretimi sağlama, öğretimde sürekli olarak niteliğin artmasını sağlama ve bireysel öğretimi gerçekleştirme amaçlarına hizmet edebilir (Uşun, 2000).

2.3.2. Bilgisayarla Öğretimin Yararları

Bilgisayarlar sağladıkları çoklu ortamlar sayesinde öğretime çeşitlilik, canlılık ve nitelik kazandırma potansiyeline sahiptir. Çoklu ortam unsurları kullanılarak dersler zevkli ve ilgi çekici hale getirilebilir (Mayer, 2005). Öğrenci ilgisi öğretilecek konu üzerine yoğunlaştırılıp bilgisayarla etkileşim süresince aralıksız sürdürülebilir. Öğrenciler belirli aralıklarla

istenilen komutları yerine getirerek tamamlamak için öğrenme nesnelerini takip etmek ve gerektiğinde doğru komutlar vermek için sürekli aktif kalmak durumundadır. Komutlar yerine getirilirken aynı zamanda öğrenme hızı da belirlenmiş olur. Böylece hem her öğrencinin kendi öğrenme hızında öğrenmesi sağlanabilir hem de öğrencilerin denetim becerileri gelişir. Eğitsel yazılımlar yüksek düzeyde yapılandırılmış öğretim süreçlerinden oluşturulduğunda kısa sürede ve sistematik bir biçimde bilgi aktarımı gerçekleştirilebilir. Ayrıca, gerçek yaşamda yapılması tehlikeli, pahalı ya da zaman alıcı uygulamaların sayısız defa yapılmasına olanak sağlanır. Anlaşılmayan noktalar öğrenci tarafından istenildiği kadar tekrar edilebilir. Öğrenci, performansı hakkında hızlı ve doğru geri bildirimler alarak gelişimini anında takip etme olanağına kavuşur (Demirel, Seferoğlu ve Yağcı, 2001; İşman, 2005; Senemoğlu, 2001; Yalın, 2003). Bilgisayarlar, öğrencilere olduğu kadar öğretmenlere de öğretim süreçlerinde yararlanabilecekleri ortamlar sunmaktadır. Bilgisayarlar, konu anlatımlarında öğretmenlere yardımcı olabilir. Öğretim etkinliklerinde farklı bilgi kaynaklarına ulaşmak üzere işe koşulabilirler. Öğretmeni dersi tekrar etme, hata, ödev düzeltme vb. işlerden kurtararak öğrencilerle daha yakından ilgilenebilme fırsatı verir. Bilgisayarla öğretim yöntemleri öğretmenlerin sürekli değişen koşullara göre öğretimlerini ayarlayabilmelerine yardımcı olur (Halis, 2002; Uşun, 2000).

2.3.3. Bilgisayarla Öğretimin Sınırlılıkları

Teknolojik gelişmelerin maliyetleri azaltıcı yöndeki etkilerine rağmen bilgisayarlar hala satın alınması, korunması ve bakımı masraflı cihazlar konumundadır. Ayrıca, bilgisayarla öğretimin kalbi konumundaki yazılımların üretimi alanında uzman kişilerin bir araya gelip çalışmalarını gerektiren zaman alıcı ve maliyetli bir iştir. Uzun ve zahmetli bir sürecin ardından üretilen ürünler oldukça hızlı bir biçimde ilerleyen teknoloji nedeniyle kolayca güncelliğini yitirebilmektedir. Sıradanlaşma, teknik aksaklıklar gibi nedenlerle hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin bilgisayarla ilgili beklentileri gerçekleşmediği zaman bilgisayara karşı olumsuz tutumlar oluşabilmekte ve çalışma motivasyonları düşmektedir (İşman, 2005).

Bilgisayarlar, iyi bir bilgi sunucu olmalarına karşın genelde doğrudan ve hazır olarak sunum yaptıkları için öğrencilerin yeni bir şeyi ortaya çıkarmasına ya da düşünmesine engel olabilir. İyi tasarlanmış bir ders bilgisayarla eğitimden yüksek verim alınmasını sağlayabilir ancak uzmanlık ve ekip çalışması gerektirir. Aksi halde, dersin amacına hizmet etmeyen, gerçekten uzak uygulamalar yapılabilir. Bilgisayarla öğretimin iyi tasarlanması durumunda bile her istenilen kazanımın kazandırılmayacağı, özellikle duyuşsal ve psikomotor kazanımların bilgisayarla öğretiminin kolay olmadığı belirtilmiştir (Halis, 2002).

Sanal ortamda ağlar arasında bağlantı kurarak haberleşmede uzaklık kavramının ortadan kaldırılmasına aracılık eden bilgisayarlar, eğitimde dikkatsiz olarak kullanıldığında bireyler arasında var olan ilişkileri ortadan kaldırarak sosyalleşmeyi engelleyebilir. Sınıf içi iletişimin azalmasına neden olabilir. Sınıf içinde öğrenci-öğretmen ya da öğrenci-öğrenci arasında bulunan iletişim ortadan kalkabilir. Hazırlanan bazı kötü yazılımlar ya da programlar toplumun sosyal değerlerine aykırı unsurlar içerebilir (Demirel ve diğ., 2001). Özetle, bilgisayarla öğretimin faydalarının yanı sıra hazırlanışı, kullanımı ve sürdürülmesi aşamalarında karşılaşılabilecek sınırlılıkları bulunmaktadır. Ancak, var olan sınırlılıklar gerekli önlemler alınarak azaltılabilir, hatta ortadan kaldırılabilir (Jones ve O'Shea, 1982).

2.3.4. BDÖ Yöntemi İle Anlatım Yönteminin Karşılaştırılması

Bilgisayarla öğretim ortamı geleneksel öğretim ortamlarından farklı öğrenme fırsatları sunmaktadır (Özel, 2008). Bu farklılıklar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Geleneksel sınıf ortamı ve bilgisayarla öğretim ortamlarının karşılaştırılması

Geleneksel sınıf ortamı	Bilgisayarla öğretim ortamı
Öğrencilerin pasif bilgi alıcıları olduğu anlatım yöntemi hâkimdir.	Hazırlanan yazılımların içeriklerine bağlı olarak öğrenci sürekli aktif tutulur.
Öğrenciler dışardan güdülemeye yoluyla motive edilmeye çalışılır.	Öğrenci ilgisini çeken bilgisayarla öğretimde güdülenme daha kolay gerçekleşir.
İşitme duyusu ön plandadır. Görsel unsurlara yeri geldikçe yer verilir.	Birden fazla duyu organına yönelik olarak çoklu ortamlar oluşturulabilir.
Sınıf içi bireysel farklılıklar gözlemlenmeden ortalama seviyede eğitim verilir.	Bilgisayar tabanlı öğretim benimsendiğinde, her öğrenci kendi hızına göre ilerleyebilir.
Öğrenilecek konu bir kerede ve bütün olarak sunulur.	Öğretilecek konu küçük parçalar halinde istendiği kadar tekrarlanarak verilir.
Bilgi aktarımı öğretmen ve öğrenci özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir.	Planlanan süre içerisinde hızlı bir bilgi akışı yapılabilir.
Maliyetli, uzun süre isteyen veya tehlikeli uygulamaları gerçekleştirmek zordur.	Bilgisayar ortamına aktarılabilen her türlü uygulama gerçekleştirilebilir.

2.3.5. Eğitsel Yazılımlar

Bilgisayarın çalışabilmesi için sadece fiziksel yapısı ve bu yapının teknolojik özellikleri yeterli değildir. Yeni teknoloji olguları ile dolu donanım öğelerinin, hangi koşullarla, hangi işlevleri nasıl yerine getirebileceğini belirten ve bilgisayara yaşam veren kural ve yöntemler topluluğuna gerek vardır. Bilgisayarın donanım özellikleri kadar belki ondan daha önemli olan kısmına yazılım denilmektedir. Bilgisayarla öğretim süreçlerinde öğretilecek konuların bilgisayar programlama dil ve sistemlerinden yararlanılarak öğretim amacıyla bilgisayara uygulanması sonucu oluşturulan eğitsel yazılımlar kullanılmaktadır (Keser, 1988). Yazılım öğrenme nesnesi adı verilen öğrenmeyi desteklemek amacıyla kullanılan sanal kaynaklardan oluşmuştur. Öğrenme nesneleri öğrenmeyi etkin bir hale

getirmek için video, ses, metin, animasyon vb. etkileşimlerin birine veya birkaçına sahip olmalıdır (Karaman, 2005).

Hannafin ve Peck (1988), eğitsel yazılımları temel olarak öğretici, alıştırma ve uygulama, benzeşim ve eğitsel oyunlar olarak sınıflandırmaktadır. Problem çözme ya da soruşturmacı ders tasarımları gibi yazılım biçimlerini içeren diğer yazılım biçimi sınıflandırmaları tartışılmalı olsa da bilgisayarla öğretim yazılımlarının temel olarak bu dört kategori altında toplandığı görülmektedir. Her temel tasarım öğretme, vurgulama, alıştırma ve bilgiyi uygulamak üzere bilgisayar kullanımı için olanaklar sağlamaktadır. Pek çok durumda, birden fazla yazılım biçimi avantajlı yönlerinden yararlanıldığı veya bazı durumlarda bir yazılım biçiminin dezavantajlı yönlerini en aza indirecek biçimde bir arada kullanıldığı yazılımlara melez tasarımlar olarak adlandırılır (Hannafin ve Peck, 1988). Çalışmada kullanılan yazılım türleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.3.5.1. Öğretici Yazılımlar

Öğrenilecek temel bilgi öncelikli olarak bir biçimde sunulmak zorundadır. Geleneksel olarak bilgi ders kitapları, anlatım yöntemi, videolar ya da diğer öğretim sistemleri ile sunulur. Genellikle, öğretim sisteminin öğrenme deneyimlerini ilginç ve etkili yapacağı varsayılır. Öğretici yazılımlarda, bilgi bilgisayar etkileşimi yolu ile öğretilir, doğrulanır ve vurgulanır. Bu bakımdan bilgisayarlar, yeni öğrenilecek olan bilgiyi sunan ders kitaplarının, film şeritlerinin, anlatım yönteminin ve diğer öğretim sistemlerin yerine getirdiği bir dizi öğretim işlevinin yerini alabilecek bir sistem olarak görülebilir (Bramble ve Mason, 1985). Öğretici yazılımlar, öğrenci öğretimi için mümkün olabilen en uygun modeldir. Bilgisayarla öğretimde öğretici yazılımlar genellikle yeni bilgilerin, belirli becerilerin veya kavramların öğrencilere sunulmasında kullanılır. Pek çok olayda, ilgili tüm bilginin öğretimi ve öğrenimi bir ders süresince gerçekleşecek biçimde müstakil olarak tasarlanır. Öğrenciler tipik olarak konunun anlaşılabilirliğini doğrulamak için öğretim boyunca sorgulanırlar. Ders içeriği belki bilgisayar temelli ya da geleneksel öğrenme sistemleri kullanılarak vurgulanabilir, fakat öğretici yazılımlarda bir başka öğretim sistemi yoluyla tekrar yapmaya ihtiyaç olup olmayacağını belirlemeye yetecek kadar iyi tanımlanmış kazanımların öğretilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Yıldız, 2004).

2.3.5.2. Alıştırma ve Uygulama Yazılımları

Kalıcılığın ve yeterliliğin sağlanabilmesi için öğrenilenler ile ilgili alışımlar yapılması gerekmektedir. Alıştırma, öğrencilerin hedef becerileri uygulamalarına, uygulamaları ile ilgili dönüt almalarına ve bu yolla iyi uygulamayamadıkları becerilerini iyileştirmelerini

sağlayacak bir ortam oluşturur. Alıştırma, dönüt ve düzeltme devam eden öğrenme döngüsünün parçalarını oluşturmaktadır (Kaya, 2005).

Bilgisayarla öğretimde, alıştırma ve uygulama yazılımları belirli becerileri uygulama, öğrencilerin vermiş oldukları her bir cevaba anında geri dönüt verme ve genellikle yanlış cevabı düzeltme ya da iyileştirme olanağı sağlar. Alıştırma ve uygulama tasarımının, geleneksel çalışma yaprakları ile aynı işlevi yerine getirdiği varsayılabilir, fakat problemin yetersiz gözlenmesinden, kontrol edilmemiş cevaplardan ve ertelenmiş geri dönütlerden alıştırma ve uygulama yazılımlarının kullanımı ile ortadan kalkar (Yanpar, 2005).

Yeni kavramların, becerilerin veya bilginin öğretilmesi alıştırma ve uygulama yazılımlarının sıradan bir işlevi değildir. Genellikle, alıştırma ve uygulama yazılımları bilgisayarla öğretim yazılımlarında ya da başka öğretim sistemlerinde öğretilmiş olan becerilerin pekiştirilmesi için kullanılır. Alıştırma ve uygulama yazılımları öğrenci ve öğretim arasında en fazla etkileşim sağlayan yazılım türüdür (Baytekin, 2004).

2.3.5.3. Benzeşim Yazılımları

Benzeşim yazılımları bazı görevlerin, durumların ya da bağlamın özelliklerinin taklit edildiği, tekrar edildiği ya da benzetilmeye çalışıldığı yazılımlardır. Tipik olarak, benzeşim yazılımları alternatif eğitim sistemlerinin maliyetleri çok yüksek olduğu, yaşadığımız zaman diliminde öğretilmek istenilen kavramın çalışılmasının olanaklı olmadığı veya uygulamaların kontrollü ya da göreceli olarak risksiz ortamlarda yapılması bile yüksek riskli olarak değerlendirildiği durumlarda kullanılırlar (Alessi ve Trollip, 1985). Benzeşim yazılımlarında takip edilen süreçler farklı olabilir ancak hepsi bir bağlamın bilgisayar ortamına taşınmış benzerleridir.

2.3.5.4. Eğitsel Oyun Yazılımları

Oyunlar bireyleri motive etmek için yüzyıllardır kullanıla gelmiştir. Bilgisayar temelli eğitsel oyunlar aynı temel kavramları kullanırlar ancak amaçlar bir öğretim ve öğrenme bağlamının bir parçası olarak daha özel bir biçimde tanımlanmıştır. Eğitsel oyunlar daha önceden öğrenilmiş olan beceri, kavram ve bilgilerin pekiştirilmesinde yüksek motivasyon sağlayan bir yaklaşımdır (Malone, 1983). Oyun formatı öğrencilerin eğlenceli buldukları bir ortam sunar ancak yazılımın asıl ve öncelikli amacının öğretimin bazı yönlerini vurgulamak, geliştirmek veya pekiştirmek olduğu ön planda tutulmalıdır. Eğitsel olmayan basit bir bilgisayar yazılımının aksine bilgisayarla öğretim oyunları birinci hedef olarak öğretici değerlere sahip olmalıdır. Eğitsel oyunları oynamak için belirli becerilere sahip

olmak gerekse de oyunun odak noktasında iyi tanımlanmış eğitsel becerilerin uygulanması olmalıdır (Akpınar, 1999).

2.3.6. Yapısalıcı Yaklaşım Temelli Bilgisayarla Öğretim

Yapısalıcı yaklaşımın birey kavramlarını yapılandırırken çoklu kaynak ve ortamlardan faydalanmasını teşvik etmesi pek çok yöntem ve tekniğin yaklaşım içerisine entegre edilmesine zemin hazırlamıştır. Bu doğrultuda, bireyin bilgiyi zihninde aktif olarak yapılandırıldığını öngören yapılandırmacı yaklaşım ilkeleri ile öğrencilerin motivasyonlarını artırarak derse karşı ilgilerini uzun süre canlı tutan ve kişisel çalışma olanağı sağlayan bilgisayar teknolojilerinden yararlanarak, hazırlanan ders programları ile öğretimi gerçekleştiren bilgisayarla öğretimin birleştirilerek, ders etkinliklerinin hazırlanması ve öğretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinden yapısalıcı yaklaşım temelli bilgisayarla öğretim doğmuştur. Yapısalıcı yaklaşıma dayalı bilgisayarla öğretim etkinliklerinin sağladığı olanakların başarı, kavram yanlışları, tutum, bilginin kalıcılığı ve problem çözme becerileri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Hançer, 2007; Dalgarno, 2001).

2.3.7. Bilgisayarla Biyoloji Öğretimi

Teknolojinin önlenemez gelişimi her geçen gün biyoloji öğretiminde bilgisayarların kullanılabileceği yenilikleri beraberinde getirmekte ve bilgisayarla biyoloji öğretiminde yapılabilecekler listesine yenilerini eklemektedir. Günümüz biyoloji öğretmenleri alan yazına erişim, verilere erişim, veri toplama, deneyleri çevrim içi control etme, istatistik analizi, grafik özetleme, benzeşim ve modelleme, karar verme, alıştırma ve uygulama, ders öğretimi, test hazırlama ve uygulama, ders yönetimi ve kelime işlemci gibi işlevleri nedeniyle bilgisayarları işe koşturmaktadır. Bilgisayarlar biyoloji öğretmenlerine derslerinde ya da laboratuvarlarında kullanabilecekleri görseller oluşturma, konu ile ilgili alan yazına veri tabanları aracılığı ile ulaşarak ilgili makalelerden küçük bir kaynakça oluşturma olanağı sağlamaktadır. Böylece, öğretmenler hazırlanan gösterimler sayesinde karmaşık, soyut ve hareketli fenomenleri daha anlaşılır hale getirilebilme olanağına kavuşmuş olur (Türkmen, 2001a).

Bilgisayarların biyoloji derslerinde kullanımı, farklı öğrenme boyutlarını hedef alan uygulamalar yapılmasına olanak vermektedir. Örneğin, dünya gıda üretimini modelleyen bir simulasyon programında öğrencilerden dünya gıda problemine uzun süreli ve adil olacak bir çözüm önerisi bulmaları istenebilir. Öğrenciler, çözüm yollarını ortaya koyarken yaratıcılıklarına yeni deneyimler eklemiş, farklı çözüm yolları arasında seçim yaparak karar verme yeteneklerini geliştirmiş olurlar. Benzer biçimde, öğrencilerin farklı veri

kaynaklarından toplayarak elde ettikleri genetik çaprazlama sonuçları oluşturulan sanal bir veri havuzunda toplanabilir. Bilgisayar toplanan veriler üzerinde basit matematiksel işlemlerden karmaşık istatistiksel analizlere kadar pek çok işlem yapmamıza olanak tanır. Analiz sonuçları kullanılarak veri dağılımları hakkında fikir yürütebilir, farklı veri setleri ile karşılaştırmalar yapabilir, ilgilendiğimiz özelliklerin genetik varyasyonlarla değişip değişmediği ile ilgili incelemeler yapabiliriz. Simulasyon yazılımları sayesinde laboratuvarlar bilgisayar ortamına taşınabilir, biyolojik deneyler kontrol altında ve güvenle yürütülebilir. Örneğin, canlı deney hayvanlarının deneylerde kullanılmasının önüne geçilerek hazırlanan eğitici programlar kullanılarak bilgisayar ortamında kurbağa diseksiyonu başarılı bir biçimde gerçekleştirilebilir (Kosinski, 1984; Türkmen, 2001b).

Özetle, insanlık tarihinde ortaya çıkan her yenilik faydalı olduğu kadar beraberinde bazı tehlike ve problemleri de getirmiştir. Bilgisayarla öğretimde bazı sınırlılıkları ve sağladığı olanaklarla bir bütün olarak öğretim süreçlerine girmiş durumdadır. Elbette, bazı şüphelerin ve problemlerin var olması yeni tekniklerin insanlığın yararına kullanılmamasını gerektirmez. Ancak, etkili bir öğrenmenin gerçekleşebilmesi için sınırlılıkların en az düzeye indirilmesi ve kontrol altında tutulması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Çalışmada bilgisayarlar 2008 yılı biyoloji dersi öğretim programı doğrultusunda hazırlanan yazılımların sunumu için kullanılmıştır.

2.3.8. Bilgisayarla Biyoloji Eğitimi Alanında Yapılan Çalışmalar

Bilgisayarla biyoloji eğitimi alanında yapılan çalışmalar Tablo 8'de sunulmuştur. Tablo 8'de ele alınan çalışmalar 2004-2013 yılları arasında olup toplam 25 çalışmayı içermektedir.

Tablo 8. Bilgisayarla biyoloji eğitimi alanında yapılan çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örneklem/ Materyal	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Demir, 2004	Hücre bölünmesinin öğretiminde BTÖ yönteminin etkisi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=49) / Öğretici (Sebit)	Mantıksal düşünme yeteneği testi, Hücre bölünmesi başarı testi	BDÖ ile öğrenim gören öğrenciler geleneksel yöntem ile öğrenim gören öğrencilere oranla daha başarılı olmuşlardır
Aslan Efe, 2009; Aslan Efe ve Efe, 2011	Hücre ünitesinin simulasyonla BDÖ öğretiminin etkilerinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=91) / Simulasyon Akademedia	Hücre Ünitesi Başarı Testi (HÜBT) Simülasyon Tutum Ölçeği (STÖ)	Bloom taksanomisinde üst bilişsel seviyelere çıktıkça belginleşen bir biçimde simulasyonla öğretim geleneksel öğretime oranla başarıyı daha fazla arttırmıştır.
Özel, 2008	Omurgalı hayvanların öğretiminde BDÖ yönteminin etkisi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=105) / Öğretici (Yazar)	Biyoloji Başarı Testi Biyoloji Dersi Tutum Ölçeği	BDÖ grubundaki öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı bir gelişme olurken, biyoloj tutumlarında anlamlı bir farklılık görülmemiştir
Gül, 2011	Taşıma ve dolaşım sistemlerinin BDÖ öğretiminde 5E modeli ders yazılımının etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	11.sınıf (N=147) / Öğretici (Yazar)	Kavramsal anlama testi, Başarı Testi, Bilgisayar tutum ölçeği, Biyoloji tutum ölçeği, Görüşme formu	Ders yazılımı ile yürütülen etkinliklerinin kavram yanlışlarının giderilmesi, başarıların artırılması ve tutumların olumlu yönde geliştirilmesinde önemli ölçüde katkı sağladığı ortaya konmuştur.
Tablo 8'in devamı				
Küllücek,	Bilinçli Birey-Yaşanabilir	9.sınıf	Başarı testi	BDÖ öğrencilerin akademik

2009	Çevre ünitesinin öğretiminde BDÖ yaklaşımının etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	(N=100)/ Powerpoint (Yazar)		başarılarına katkı sağladığı bulunmuştur
Bülbül, 2010	Difüzyon ve osmozun öğretiminde animasyonlarla desteklenmiş 7E modelinin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=66) / Animasyon	Kavram yanılgıları testi, difüzyon ve osmoz başarı testi ve biyoloji tutum ölçeği, bilimsel işlem beceri testi sınıf gözlemleri	Bilgisayar destekli 7E öğrenme döngüsü kavram anlamada, başarılarında ve tutumlarda daha etkili olmuştur. Bilimsel işlem becerilerinin kavramları anlamada belirleyici bir unsur olduğu tespit edilmiştir.
Arıkan, Aydoğdu, Doğru ve Uşak, 2006	Nükleik asitlerin öğretiminde BDÖ yönteminin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=60) / Öğretici (SEBİT)	Konu başarı testi	BDÖ geleneksel yöntemle göre başarı ve öğrenmede kalıcılığı sağlamada daha etkili olmuştur
Huppert, Lomask ve Lazarowitz, 2002	Mikrobiyoloji öğretiminde simülasyonların etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	10.sınıf (N=181)/ Simulasyon (Yazar)	Akademik başarı testi Grup testi video kayıtları (VTGT) Bilimsel süreçler biyoloji testi (BTSP)	Somut işlem ve operasyonel geçiş dönemindeki deney grubu öğrencileri karşılaştırma grubundan daha başarılı olmuştur.
Kiboss, Ndirangu ve Wekesa, 2004	Hücre teorisinin öğretiminde CMS öğretim programının etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9-12.sınıf (N=102)/ CMS	Biyoloji başarı testi (BAT), Biyoloji sınıf ortamı anketi (BCEQ), Öğrenci tutum anketi (PAQ)	CMS ile öğrenen öğrencilerin test ortalamalarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağladığı bulunmuştur.
Kiboss, Wekesa ve Ndirangu, 2006	Hücre teorisinin öğretiminde CBIS öğretim programının etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9-12.sınıf (N=102)/ CBIS	Biyoloji anlama testi (BUT) Biyoloji sınıf ortamı anketi (BCEQ)	CBIS programı anlamlı öğrenme kazanımlarını ve konunun daha iyi kabullenilmesini sonuç vermiştir. Programın biyoloji alanındaki yeniliklerin öğretimine yararlı olduğu bildirilmiştir
Soyibo ve Hudson, 2000	Bitkiler ve havanlarda üreme konusunun öğretiminde anlatım, tartışma ve BDÖ yöntemleri karşımasının etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	11.sınıf (N=77)	Biyoloji başarı testi (BAT), Biyolojiye karşı tutumlar ölçeği (ABQ), BDÖ'e tutumlar ölçeği (ACAIQ)	Deney grubu öğrencilerinin başarı ve biyoloji tutumları puan ortalamaları karşılaştırma grubuna göre yükselirken BDÖ tutumlarında bir farklılık bulunamamıştır
Yusuf ve Afolabi, 2010	Ekoloji öğretiminde BDÖ yönteminin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=120)/ Öğretici (Yazar)	Biyoloji performans testi (BIOPET)	BDÖ ile öğretilen öğrenciler bireysel ve işbirlikli öğrenme ile öğrenen öğrencilerden daha iyi performans göstermişlerdir
Owusu, Monney, Appiah ve Wilmot, 2010	Hücre döngüsünün öğretiminde BDÖ yönteminin etkisinin belirlenmesi / Yarı deneysel	9-11.sınıf (N=75)/ PowerPoint (Yazar)	Test soruları Görüşme	Geleneksel yöntemle öğretilen öğrencilerin test performansları daha başarılı olmuş ancak düşük başarılı öğrencilerde BDÖ etkili olmuştur. Öğrenciler BDÖ yöntemini ilginç bulmuştur
Çepni ve diğ., 2006	Fotosentezin öğretiminde BDÖ materyalinin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	11.sınıf (N=52)/ PowerPoint (Yazar)	Fotosentez başarı testi (PAT), Fotosentez kavram testi (PCT), Fen tutum ölçeği (SAS)	BDÖ materyali kavrama ve uygulama basamağındaki sorular üzerinde etkili olmuş, bazı kavram yanılgılarını ortadan kaldıramamış ve fen tutumlarında belirgin bir değişime neden olmamıştır
Taş, Köse ve Çepni, 2006	Fotosentez öğretiminde BDÖ materyalinin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	11.sınıf (N=53)/ PowerPoint (Yazar)	Biyoloji dersi tutum ölçeği Fotosentez başarı testi	BDÖ yöntemi ile öğrenen öğrencilerin başarı ve tutum testi ortalamaları daha yüksek bulunmuştur
Wilts, 2002	Fotosentez ve solunumun öğretici yazılımla öğretilmesinin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=53)/ Öğretici (Yazar)	Kavram haritası Ünite sonu testi Anket Final sınavı	Öğrencilerin genellikle anlamakta zorlandıkları konuları kavradıkları ve laboratuvar yönteminin anlamalarında etkili uygulamalar olduğunu belirttikleri ortaya çıkarılmıştır
Glanton, 2007	Biyoloji derslerinde web sitelerinin kullanımının etkisinin belirlenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=60)/ Web siteleri	5 açık uçlu sorulardan, likert tipi ölçekten oluşan anket	Eğlence ve interaktif web siteleri sağlayarak öğrencilerin daha fazla sınıf görevlerine odaklandıkları ancak deney ve kontrol grupları arasında fark oluşmadığı bulunmuştur
Tablo 8'in devamı				
Imhanlahimi	Fotosentez,	9.sınıf	6 kompozisyon	İşbirlikli ya da interaktif BDÖ stratejisi

ve Imhanlahimi , 2008	mikroorganizma ve sindirim sisteminin öğretiminde BDÖ yönteminin etkisinin incelenmesi / Durum çalışması	(N=60)	sorusu Bireysel ve işbirlikli	ile öğrenenlerin bireysel BDÖ stratejisi ile öğrenenlerden daha başarılı olduğu belirlenmiştir
Gül ve Yeşilyurt, 2011	Taşıma ve Dolaşım Sistemleri konusunda yapılandırıcı yaklaşıma dayalı bir yazılımın hazırlanması ve değerlendirilmesi / Tarama	Öğretim üyesi, öğrenci (N=40)	Yazılım değerlendirme formu	Yazılımın genel tasarım, kullanım ve öğretim tasarımı özelliklerinin oldukça iyi olduğu belirlenmiştir
Lee ve Tsai, 2013	2001-2010 arası biyoloji alanında eğitim teknolojisi üzerine yapılan yayınların incelenmesi / Döküman analizi	36 çalışma	Biyoloji üzerine yapılan çalışmaların meta analizi	Çalışmaların çoğunda simülasyon ve görsel araçlar kullanılmıştır. Genetik ve moleküler biyoloji en popüler konulardır. Çoğu çalışmada kavramsal çıktılar incelenirken üst düzey bilişsel beceriler çok az çalışmada araştırılmıştır. Bazı çalışmalar geleneksel yöntemle karşılaştırma yapmanın ötesinde farklı yöntem ve teknolojileri karşılaştırmıştır
Bayraktar, 2000; 2001	1970-1999 arası Amerikan fen eğitiminde BDÖ yönteminin ne kadar etkili olduğunun belirlenmesi / Döküman analizi	42 çalışma	Fizik, kimya, biyoloji, fen ve beden eğitimi üzerine yapılan çalışmaların meta analizi	Öğrenci başına düşen bilgisayar sayısı, bilgisayarla öğretim modu ve uygulamanın süresi gibi faktörlerin BDÖ yönteminin etkinliğini etkilediği ortaya çıkarılmıştır
Tekbıyık ve Akdeniz, 2010	2001-2007 arası Türk fen eğitiminde BDÖ yönteminin etkililiği üzerine yapılan yayınların incelenmesi / Döküman analizi	52 çalışma	Fizik, kimya, biyoloji üzerine yapılan çalışmaların meta analizi	Eğitim teknolojilerinde öğrencilerin sınıf düzeyinin ve öğretim metodunun etki büyüklüğü üzerinde anlamlı farklılık meydana getirdiği bulunmuştur
Onuoha, 2007	1996-2006 arası Amerikan fen eğitiminde BDÖ yönteminin ne kadar etkili olduğunun belirlenmesi / Döküman analizi	38 çalışma	Fen alanında yapılan çalışmaların meta analizi	Bilgisayar destekli laboratuvar yönteminin çalışma yapılarının kullanıldığı geleneksel yöntemle oranla başarı ve tutum üzerine etki büyüklüğünün hafif olumlu olduğu, fizikte biyolojiden daha etkili olduğu bulunmuştur

Tablo 8’de sunulan bilgisayarla biyoloji öğretimi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde bilgisayarla yapılan uygulamaların öğrenci başarıları, tutumları, kavramsal anlamaları üzerine başta geleneksel yöntem olmak üzere biyoloji öğretiminde uygulanan diğer yöntemlere oranla çoğunlukla olumlu nadiren de nötr etki gösterme potansiyeline sahip olduğu ortaya konmuştur. Yapılan araştırmalarda bazı araştırmacılar bilgisayarla öğretimin başarılı olmasına etki eden etmenleri tanımlarken mantıksal düşünme yeteneği ya da bilimsel süreç becerileri gibi kullanıcı özelliklerine diğer araştırmacılar ise sınıf büyüklüğü, öğrenci sayısı, ders saati gibi fiziksel olanaklara dikkat çekmiştir. Benzer biçimde, bilgisayarla öğretim uygulamalarında ders türüne bağlı olarak yazılım içeriğinin, uygulanan bilgisayarla öğretim modunun önemine vurgu yapan çalışmalara rastlanmıştır. Ancak, yapılan çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının niteliği üzerinde durulmamıştır. Yine hazırlanan yazılımların kalitesine değinilmiş olmakla birlikte yapılan çalışmalarda yazılımların hazırlanma amaçları, süreçleri, sınıf seviyesi, uygulama ortamı için uygunluğu ve güvenilirliği gibi konularda sınırlı bilgi verilmiştir. Alan yazında ortaöğretim seviyesinde

bilgisayarla öğretim yöntemleri kullanılarak hücre bölünmeleri (Demir, 2004) ve üreme (Soyibo ve Hudson, 2000) konusunun öğretimini konu edinen araştırmalar yürütülmüş olsa da çalışmaların bir ünite temelinde veya öğretim programı doğrultusunda ele alınmadığı görülmektedir. Bu çalışmada, biyoloji öğretim programı doğrultusunda hazırlanan bilgisayarla öğretim etkinlikleri programda yer alan kazanımlar dikkate alınarak geliştirilen veri toplama araçları kullanılarak ölçüleceğinden çalışmanın bilgisayarla biyoloji öğretimi alanında yapılacak çalışmalara katkı sağlaması ve öğretim programı ölçüt olarak alınan çalışmalara örnek teşkil etmesi beklenmektedir.

2.4. HBÜÜ'nde Yer Alan Kavramlar üzerine Ortaöğretim Seviyesinde Yürütülen Çalışmalar

HBÜÜ'nde yer alan kavramlar üzerine ortaöğretim seviyesinde yürütülen çalışmalar Tablo 9'da sunulmuştur. Tablo 9'da ele alınan çalışmalar 2001-2010 yılları arasında olup toplam 16 çalışmayı içermektedir.

Tablo 9. HBÜÜ'nde yer alan kavramlar üzerine ortaöğretim seviyesinde yürütülen çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örnekle m	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Lewis, Leach ve Wood-Robinson, 2000c	Zorunlu eğitim sonrası öğrencilerin hücre bölünmesi ve döllenme olayları üzerine anlamalarının belirlenmesi / Betimsel	9-11.sınıf (N=482)	İki uçlu çoktan seçmeli test	Kromozom, genetik materyal ve aralarındaki ilişkinin anlaşılmadığı, bu nedenle hücre bölünmelerinde kromozom hareketleri ve genetik bilgi aktarımı hakkında yaygın yanlışlar olduğu tespit edilmiştir
Lewis ve Wood-Robinson, 2000b	Zorunlu eğitim sonunda genetik konusundaki anlamaların incelenmesi / Betimsel	9-11.sınıf (N=482)	İki uçlu çoktan seçmeli test Grup tartışmaları	Öğrencilerin genetik bilginin aktarılması konusunda yetersiz bilgi sahip oldukları ortaya çıkarılmıştır.
Wynne, Stewart ve Passmore, 2001	Bilgisayar destekli eğitimin ardından mayoz bilgisi gerektiren genetik problemlerin çözüm yollarının incelenmesi / Durum çalışması	9-10.sınıf (N=19)	Soru çözümü ses kayıtları	Öğrenciler karmaşık genetik problemleri çözerken mayoz bilgilerini kullanmışlardır.
Demir, 2004	Hücre bölünmesinin bilgisayar destekli öğretiminin geleneksel yöntemle oranla etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=49)	Hücre bölünmesi başarı testi (HBBT)	Deney gurubu öğrencileri hücre bölünmesi konusunu öğrenmede daha başarılı olmuşlardır.
Dikmenli ve Çardak, 2004	"Yaşamın temel birimi: hücre" ünitesi ders kitabı kavram yanlışlarının belirlenmesi / Betimsel	4 adet lise 1 biyoloji kitabı	Döküman analizi	4 kitaptan üçünde 14 kavram yanlış ve 10 eksik bilgi bulunmuştur. Ders kitaplarının kavram yanlışlarına neden olacağı fikri desteklenmiştir.
Sarıkaya ve diğ., 2004	Mitoz ve mayoz konularının öğretiminde öğrenci modellerin etkisini araştırmak / Yarı deneysel	9.sınıf (N=56)	Başarı testi	Sontest puanlarının deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ortaya konmuştur
Kazancı ve diğ., 2005	Mayozun anlaşılabilirliğinin kelime çağrışım testi ile belirlenmesi / Betimsel	9.sınıf (N=186)	Kelime çağrışım testi	Çalışmaya katılan tüm öğrencilerin sadece %5'inin mayoz bölünme konusunu kavradığı tespit edilmiştir.
Krüger, Fleige ve Riemeier, 2006	Bölünme ve genişleme kavramlarının hücre bölünmesi ve büyümenin öğrenilmesine etkisinin belirlenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=120)	4 açık uçlu soru 6 performans görevi	Öğrencilerin bölünme ve genişleme kavramlarının neredeyse tamamen öğrenci farkındalıklarına transfer edilmiştir.
Tablo 9'un devamı				
Başer,	Öğrenme motivasyonu,	9.sınıf	Mitoz ve mayoz	Başarının temel belirleyicisinin

2007	mantıksal düşünme yeteneği, öğrenme yaklaşımı, cinsiyet ve okul türünün mitoz ve mayoz konularını anlamaya katkılarının araştırılması / Korelasyonel	(N=472)	başarı testi	mantıksal düşünme yeteneği olduğu bulunmuştur.
Krawczyk, 2007	Punnet karesi ve mayoz arasındaki ilişkinin problem temelli yaklaşımla ve çalışma yaprakları kullanılarak öğretilmesinin etkilerinin belirlenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=27)	Kalıtım ve mayoz testi Öntest Sontest	Uygulama sonrasında öğrencilerin zor genetik problemlerini kalıtım ve mayoz ile ilişki kurarak çözebildikleri görülmüştür.
Gözmen, 2008	Mayoz bölünme konusunun modellerle öğretiminin geleneksel yöntemle oranla etkisinin belirlenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=97)	Başarı testi	Deney grubu öğrencilerinin mayoz bölünme konusunu karşılaştırma grubu öğrencilerine göre daha iyi kavradıkları, merkez lisede başarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
Kılıç, 2008a	Hücre bölünmesi öğretiminde bölünen parmaklar tekniğinin etkisinin belirlenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=58)	Hücre bölünmeleri erişimi belirleme testi (HBEBT)	Uygulama öncesine göre kontrol ve deney grubu öğrenci anlamalarında anlamlı artış görülürken deney grubundaki artış daha fazla olmuştur.
Riemeier ve Gropengi eer, 2008	Hücre bölünmesi öğretiminde yeniden yapılandırıcılık modelinin etkinliğinin belirlenmesi / Durum çalışması	9.sınıf (N=5)	Video kayıtları / Nicel veri analizi	Modelin öğrencilerin hücre biyolojisi konusundaki anlamalarına derinlemesine etki ederek arzu edilen kavramsal gelişmeyi sağladığı ortaya konmuştur
Haras, 2009	Üreme ünitesinin 5E modeline göre öğretiminin kavramsal anlama üzerine etkisinin araştırılması / Yarı deneysel	10.sınıf (N=36)	Üreme ünitesi kavramsal anlama testi Görüşme	5E öğrenme modeline uygun olarak geliştirilen rehber materyal kavramsal değişim üzerinde geleneksel yöntemle göre daha fazla olumlu bir etki yapmıştır
Örnek, 2010	Mitoz bölünme konusunun modellerle öğretiminin geleneksel yöntemle oranla etkisinin belirlenmesi / Yarı deneysel	10.sınıf (N=51)	Başarı testi	Deney grubu öğrencilerinin mitoz bölünme konusunu daha iyi kavradıkları, tespit edilmiştir.
Yüksel, 2010	HBÜÜ'nün öğretiminde teknoloji kullanımının, geleneksel öğretim yöntemine göre öğrenci başarısını nasıl etkilediği araştırılmıştır / Yarı deneysel	10.sınıf (N=60)	Hücre bölünmesi ve üremesi başarı testi	Teknoloji kullanımı ile öğrenmenin öğrenci başarısına olumlu katkı yaptığını ortaya çıkarılmıştır

Tablo 9'da yer alan çalışmalar genel olarak ele alındığında HBÜÜ'nde yer alan kavramlara ilişkin anlamaları belirlenmek üzere araştırmacıların çalışmalar yürüttüğü ve öğrenci anlamalarının oldukça iyi bir biçimde tespit edildiği görülmektedir. Üniteye yer alan kavramlar ile ilgili anlamalara etki eden etmeler ve alternatif anlamalara neden olabilecek kaynaklar ile ilgili araştırmaların yapıldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, geleneksel öğretim dışında gerçekleştirilen öğretime yönelik çeşitli uygulamaların kavramsal anlamalar üzerine olumlu etkileri olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu çalışmada, biyoloji öğretim programına uygun olarak hazırlanan bilgisayar destekli etkinliklerin ve yapılandırmacı aktivitelerin geleneksel yöntemle oranla kavramsal anlamalar üzerine etkisi araştırılacağından alan yazında kavramsal anlamaların belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalara katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, farklı öğretim yöntemlerinin kavramsal öğrenmeler üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalara geleneksel, bilgisayarla ve yapısalcı öğrenme yöntemleri ve bu yöntemler arasında karşılaştırma yapmaya olanak tanınması bakımından katkıda bulunması umulmaktadır.

2.5. Ortaöğretimde Biyoloji Tutumları üzerine Yapılan Çalışmalar

Ortaöğretim seviyesinde biyoloji tutumları üzerine yapılan çalışmalar Tablo 10'da sunulmuştur. Tablo 10'da ele alınan çalışmalar 2008-2013 yılları arasında olup toplam 30 çalışmayı içermektedir.

Tablo 10. Ortaöğretim seviyesinde biyoloji tutumları üzerine yapılan çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örneklem	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Altunsoy, 2008	Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=36)	Biyoloji dersi tutum ölçeği (Geban, Ertepinar, Yılmaz, Altın ve Şahbaz, 1994)	Deney grubu öğrencilerinin tutum ölçeği son test puanlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur.
Aydın, 2008	Hücre zarından madde alışverişi konusunda beyin temelli öğrenme kuramı etkinliklerinin etkinliğinin incelenmesi / Yarı-deneysel	9. sınıf (N=44)	Tutum ölçeği (Arıcak ve Ilgaz, 2007)	Biyoloji dersine karşı tutumlarda herhangi bir farklılığın oluşmadığı sonucuna ulaşılmıştır
Günay Ermurat, 2008	Öğrenme stillerine dayalı öğretim etkinliğinin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9. sınıf (N=65)	Biyoloji dersi tutum ölçeği (Baykul, 1990)	Öğrenme stillerine dayalı öğretimin uygulandığı grup tutumlarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur.
Hüğü, 2008	Model temelli öğrenmenin temel hücrel terimlerin öğretimine etkisinin belirlenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=118)	Biyoloji Tutum Ölçeği (Geban ve diğ., 1994)	İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.
Kılınc, 2008b	Bilim karikatürlerinin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	10. sınıf (N=55)	Biyoloji tutum ölçeği (Geban ve diğ., 1994) Yapılandırılmış mülakatlar	Bilim karikatürleri biyolojiye yönelik tutumları ve motivasyonları düz anlatım metoduna göre anlamlı ve pozitif oranda arttırmıştır.
Koçakoğlu, 2008	Probleme dayalı öğrenme ve motivasyon stillerinin etkinliğinin incelenmesi / Yarı deneysel	10. sınıf (N=120)	Biyoloji tutum ölçeği	Probleme dayalı öğrenme yöntemi, öğrencilerin biyoloji dersine karşı tutumlarına etki etmemiştir
Arndt, 2009	Öğretmen merkezli ve küçük grupla öğretim yöntemlerinin karşılaştırılması/ Aksiyon çalışması	10. sınıf (N=53)	Fen tutum ölçeği (Scientific Work Experience Programs for Teachers [SWEPT], 1998) ve biyoloji tutum ölçeği (National Association of Biology Teachers [NABT], 1998)	Test skorları gruplar arasında anlamlı bir farklılığa işaret etmemiştir.
Bars, 2009	Difüzyon, osmoz, osmotik kuvvet konusunda örnek olay yönteminin etkinliğinin incelenmesi / Yarı deneysel	9. sınıf (N=113)	Biyoloji tutum ölçeği	Örnek olaya dayalı öğrenme yönteminin biyoloji dersine yönelik tutumları olumlu yönde değiştirdiği görülmüştür.
Cole, 2009	Birlikte öğrenme yönteminin etkinliğinin belirlenmesi / Deneysel	9-12. sınıf (N=62)	Bilimsel tutum envanteri II (Moore ve Foy, 1997) Görüşme	Test skorları tutumlarda bir değişime işaret etmezken nitel veriler ders ve öğretmen performansı ile ilgili olumlu tutumlara işaret etmektedir.
Kurt, 2009	Çoklu zekâ teorisine dayalı öğretim / Yarı deneysel	11.sınıf (N=80)	Biyoloji Tutum Ölçeği (Geban ve diğ., 1994)	Deney grubu öğrencilerinde bir değişim olmazken düz anlatım uygulanan grupta gerileme görülmüştür
Gül ve Yeşilyurt, 2009	Biyoloji ve biyoloji dersine yönelik tutumlarının belirlenmesi / Tarama	9-12. sınıf (N=172)	Biyoloji tutum ölçeği	Öğrencilerin biyoloji dersine karşı ön yargılı oldukları ve sevmedikleri yönünde bulgular elde edilmiştir.
Haras, 2009	"Üreme" ünitesinin 5E modeline göre öğretiminin etkisinin araştırılması / Yarı deneysel	10. sınıf (N=36)	Biyoloji dersine karşı tutum ölçeği	Deney grubunun ön ve son test tutum puanı ölçümleri arasında ise herhangi bir fark bulunmamıştır
Tablo 10'un devamı				
Onur, 2009	Devlet, Anadolu ve Özel lise öğrencilerinin biyoloji dersine karşı tutumlarını etkileyen	9. sınıf (N=128)	Tutum ölçeği	Anadolu liselerinden özel liselere doğru tutum düzeyi düşmektedir.

faktörler / Betimsel yöntem				
Yeşilyurt ve Gül, 2009	Biyolojiye yönelik tutumları belirlemeye yönelik bir tutum ölçeği geliştirmek / Betimsel	11. sınıf (N=109)	Biyoloji tutum ölçeği	Ölçeğin biyolojiye yönelik tutumlarını belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu ortaya konmuştur.
Skolnick, 2009	Örnek olay yönteminin etkinliğinin incelenmesi / Yarı deneysel	9-12. sınıf (N=252)	Bilim ile ilgili tutumlar testi (Fraser, 1981)	Ölçeğin 7 boyutundan 4'ünde çalışmanın ikinci çeyreğinden sonra olumlu etkiler belirlenmiştir.
Bülbül, 2010	Bilgisayar animasyonu destekli 7E modeline dayalı öğretim yönteminin difüzyon ve osmoz konusunda etkililiği / Yarı deneysel	9. sınıf (N=66)	Biyoloji Tutum Ölçeği (Geban ve diğ., 1994) Gözlem	Deney grubu uygulamalarının öğrencilerin biyoloji dersine karşı olan tutumlarının gelişmesinde daha etkili olduğu gözlenmiştir.
Çinici, 2010	İşbirlikli ve bireysel öğrenme aktivitelerinin etkinliğinin incelenmesi / Yarı deneysel	9. sınıf (N=90)	Biyoloji Tutum Ölçeği (Geban ve diğ., 1994)	Deney grubundaki öğrencilerin biyolojiye karşı tutumları anlamlı düzeyde gelişme göstermiş, oysa karşılaştırma grubunda anlamlı bir değişim olmamıştır
Ekici ve Hevedanlı, 2010	Biyoloji dersine yönelik tutumların belirlenmesi / Tarama	9-12. sınıf (N=1306)	Biyoloji dersi tutum ölçeği (Arıcak ve Ilgaz, 2007)	Öğrencilerin biyoloji dersine yönelik tutum puanları orta düzeyde bulunmuştur.
Pehlivan ve Köseoğlu, 2010	Fen lisesi öğrencilerinin biyoloji dersine yönelik tutumlarını incelemek / Tarama	9-12. sınıf (N=322)	Biyoloji dersine yönelik tutum ölçeği (Demirci, 2003)	Biyoloji dersine yönelik tutumlar bakımından kız öğrenciler lehine fark bulunmuştur.
Acar, 2011	BDÖ yönteminin geleneksel yöntemle oranla tutuma etkisini inceleyen çalışmaların analizi / Meta analiz	56 çalışma	Döküman analizi	Bilgisayar destekli öğretim yönteminin tutuma olan etki büyüklüğü küçük (0,2627) olarak bulunmuştur.
Çelikkol, 2011	Biyolojik çeşitliliğe yönelik bilgi ve tutumlarının çeşitli sosyodemografik değişkenler açısından incelenmesi / Tarama	9-12. sınıf (N=224)	Biyolojik çeşitlilik tutum ölçeği (Bogner ve Wiseman, 1999; 2002)	Erkek öğrencilerin biyolojik çeşitliliği kullanma tutumları kız öğrencilere göre daha yüksektir.
Gül, 2011	5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının etkinliğini belirlemek / Yarı deneysel	11. sınıf (N=147)	Biyoloji ve biyoloji dersine yönelik tutum ölçeği	Deney grubunda yapılan uygulamaların tutumların olumlu yönde geliştirilmesinde önemli ölçüde katkı sağladığı bulunmuştur.
Özgün Koca ve Şen, 2011	Matematik ve fene karşı tutumların belirlenmesi / Tarama	9-11. sınıf (N=608)	Likert tipi ve açık uçlu sorulardan oluşan anket	Öğrencilerin genel olarak matematik ve fene karşı olumlu tutumlar gösterdiği bulunmuştur.
Tosun, 2011	Biyoloji derslerine yönelik tutumlarını ölçek ölçek geliştirmek / Betimsel	9-12. sınıf (N=1995)	Biyoloji dersi tutum ölçeği (BDTÖ)	BDTÖ'nin, yeterli düzeyde geçerlik ve güvenirlik değerlerine sahip bir ölçek olduğu gösterilmiştir.
Uğulu, 2011	Yeniden kazanım eğitim programı / Çevre / Yarı deneysel	10. sınıf (N=68)	Çevreye yönelik tutum ölçeği	Deney grubu öğrenci tutumlarında olumlu yöndeki gelişimin daha fazla olduğu bulunmuştur.
Yapıcı, 2011	Harmanlanmış öğrenme yöntemi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=107)	Biyoloji tutum ölçeği (Ekici, 2002)	Biyoloji tutum ölçeğine ait son uygulama puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür
Atıcı ve Atıcı, 2012	Fotosentez konusunun çeşitlendirilmiş deneyler uygulanan laboratuvar yöntemi ile işlenmesinin etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	11. sınıf (N=116)	Biyoloji dersi ve çevre konulu tutum ölçekleri (BDÇTÖ)	Biyoloji ve çevre konulu tutumlarda olumlu gelişmeler saptanmıştır.
Aydeniz ve Kaya, 2012	Fen tutumlarına etki eden faktörlerin belirlenmesi / Durum çalışması	9-11. sınıf (N=273)	Açık uçlu sorulardan oluşan anket	Motivasyonsuzluk, içerik yoğunluğu, öğretim kalitesinin düşüklüğü, sosyalleşememe, ve genel kültür eksikliğinin tutumlara olumsuz yansdığı bulunmuştur.
Soysal, 2012	Biyoçeşitlilik üzerine görüşlerin belirlenmesi / Betimsel	7-10. sınıf (N=712)	Biyoçeşitliliğin azalması ile ilgili tutum ölçeği, Yarı yapılandırılmış görüşmeler	Biyoçeşitliliğin azalması ile ilgili endişelerinin yüksek olduğu gözlenmiştir.
Aktaş, 2013	5E modeli ve iş birlikli öğrenme yönteminin etkilerinin araştırılması / Yarı deneysel	11. sınıf (N=93)	Biyoloji dersi tutum ölçeği (Koçakoğlu, 2008)	5E modelinden, iş birlikli öğrenme ve geleneksel yöntemle doğru ilerledikçe tutumlarda azalma saptanmıştır

Tablo 10'da sunulan ortaöğretim seviyesinde biyoloji tutumları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde araştırmaların katılımcıların biyoloji, biyoloji dersi, çevre ya da biyoloji ile ilgili sosyo-bilimsel bir konuya karşı tutumlarının belirlenmesi ya da belirli bir felsefe, yöntem, tekniğe uygun olarak hazırlanarak uygulanan öğretim etkinliklerinin katılımcıların biyoloji tutumlarına etkilerini belirlemek üzere yürütüldüğü görülmektedir. Yapılan çalışmalarda 2008 biyoloji öğretim programı İBTD kazanımlarının dikkate alınmadığı anlaşılmaktadır. Biyoloji öğretim programı dikkate alınarak hazırlanan etkinliklerin katılımcıların programda yer verilen İBTD kazanımlarına erişim düzeylerinin araştırma kapsamında kazanımlar dikkate alınarak geliştirilen bir tutum ölçeği aracılığı ile etkilerinin araştırıldığı bu çalışmanın öğretim programının biyolojiye yönelik tutumlar üzerine etkisi ile ilgili olarak yapılan çalışmalara öncülük edeceği düşünülmektedir.

2.6. Biyoloji Eğitiminde BABS becerileri ile ilgili Yapılan Çalışmalar

Biyoloji eğitimi alanında BABS becerileri ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo 11'de sunulmuştur. Tablo 11'de ele alınan çalışmalar 2001-2012 yılları arasında olup toplam 8 çalışmayı içermektedir.

Tablo 11. BABS becerileri ilgili yapılan çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örneklem	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Beaumont Walter ve Soyibo, 2001	Öğrencilerin bütünlük bilimsel süreç becerileri testi üzerindeki performanslarının belirlenmesi /ex post facto boyutu da olan tarama	9. ve 10. sınıf (N=305)	Yazarlar tarafından geliştirilen bütünlük bilimsel süreç becerileri testi	Testten genel olarak elde edilen puanların düşük olduğu ve verilerin yorumlanması boyutundan, kaydedilmesi, genellenmesi, hipotez formülasyonu ve değişkenlerin belirlenmesi boyutuna doğru ilerledikçe düştüğü ortaya çıkarılmıştır.
Sungur, Tekkaya ve Geban, 2001	Kavram haritası tekniği ile birlikte uygulanan kavram değişim metinlerinin öğrencilerin insan dolaşım sistemini anlamalarına katkısını incelemek / Yarı deneysel	10. sınıf (N=49)	36 soruluk bilimsel süreç becerileri testi (Burns, Okey ve Wise, 1985)	Bilimsel süreç becerileri, biyoloji dersi uygulamalarının ve ön öğrenmelerin insan dolaşım sistemi konusundaki öğrenci anlamalarına anlamlı etkide bulunduğu belirlenmiştir.
Huppert, Lomask ve Lazarowitz, 2002	"Mikroorganizmaların gelişim eğrisi" bilgisayar simülasyonunun öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin belirlenmesi/ Yarı deneysel	9. sınıf (N=181)	Biyoloji bilimsel süreçler testi (Royce, 1979), Akademik başarı testi, Video kayıt grup testi (Shemesh ve Lazarowitz, 1988)	Öğrencilerin akademik başarıları simülasyon programlarının düşük nedenselliğe sahip öğrencilerin öğrenilmesi üst düzey bilişsel işlem gerektiren ilke ve kavramlarla başa çıkmalarına yardımcı olmak üzere etki potansiyelini gösterebileceği ortaya konmuştur.
Temiz, Taşar ve Tan, 2006	12 bilimsel süreç becerisini ölçmek üzere bir den fazla soru tipi barındıran bir very toplama aracının geliştirilmesi / Tarama	9. sınıf (N=80)	15 sorudan ve çalışma yaprağı görevlerinden oluşan çoklu format bilimsel süreç becerileri testi (MFT-SPS)	Geliştirilen testte yer alan soruların ve çalışma yaprağı görevlerinin bilimsel süreç becerilerini başarılı bir biçimde ölçtüğü görülmüştür.
Tablo 11'in devamı				
Taraban,	Lise öğretmenleri ve	408 lise	Bilimsel süreç	Laboratuvar yönteminin geleneksel yöntemle

Box, Myers, Pollard ve Bowen, 2007	üniversite öğretim üyeleri tarafından hazırlanan aktif öğrenme laboratuvarının Amerikan liselerinde uygulanmasının bazı etkilerinin belirlenmesi / Yarı deneysel	öğrencisi	becerileri bilgisini ölçmeye yönelik 3 açık uçlu soru ve 9 ölçek maddesi	oranla daha fazla içerik bilgisi ve bilimsel süreç becerisi edindirdiği ortaya çıkarılmıştır.
Altunsoy, 2008	Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve biyolojiye yönelik tutumlar üzerine etkisinin incelenmesi / Yarı deneysel	9.sınıf (N=36)	Bilimsel işlem beceri testi (Burns ve diğ., 1985), akademik başarı testi, biyoloji dersi tutum ölçeği	Deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri son test, akademik başarı son test ve biyoloji dersi tutum ölçeği son test puanlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur.
Dönmez ve Azizoğlu, 2010	Teknik liselerdeki öğrencilerin bilimsel süreç beceri düzeylerinin belirlenmesi / Tarama	9. sınıf (N=970)	29 soruluk bilimsel süreç becerileri testi (Bilgin, 2006; Burns ve diğ., 1985)	Öğrenci tutumlarının, teknik okul türünün, yaş ve cinsiyetin bilimsel süreç becerileri üzerinde anlamlı etkilerinin olduğu bulunmuştur.
Aslan Efe, Efe ve Yücel, 2012	MEB tarafından hazırlanan 9., 10., 11. ve 12. sınıf ders kitaplarında yer alan etkinliklerin bilimsel süreç becerileri açısından incelenmesi / İçerik analizi	Biyoloji ders kitaplarında yer alan 97 etkinlik	Veri kaydetme formu (Longfield, 2002)	9. sınıf ders kitabında karşılaştırma, sınıflama, tahmin yapma ve hipotez kurma becerilerinin yetersiz olduğu, 10.sınıf biyoloji ders kitabında gezi etkinliğinin, 11. sınıf biyoloji ders kitabında model oluşturma, gezi ve tablo oluşturma etkinliklerinin bulunmadığı saptanmıştır.

Tablo 11’de yer alan biyoloji eğitiminde BABS becerileri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak öğrencilerin belirli bilimsel süreç becerilerine sahip olup olmadıklarının ortaya konması, bilimsel süreç becerilerine etki eden değişkenlerin belirlenmesi ve yapılan öğretim uygulamalarının bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin belirlenmesi ile ilgili çalışmaların yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Her ne kadar sınıflarda kullanılan ders kitaplarının belirli özellikleri bakımından bilimsel süreç becerilerini geliştirici özelliklere sahip olup olmadığının sorgulandığı çalışmalar yürütülse de öğretim materyalleri hazırlanırken dikkate alınması gereken öğretim programlarının bilimsel süreç becerileri boyutuna yönelik çalışmaların henüz rapor edilmediği belirlenmiştir. Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları dikkate alınarak hazırlanan etkinliklerin araştırıldığı bu çalışmanın öğretim programı, öğretim süreci ve BABS beceri kazanımı erişim düzeyleri arasındaki etkileşime yönelik alan yazındaki açığı kapatacağı düşünülmektedir.

2.7. Biyoloji Eğitimi Alanında BTTÇ ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Biyoloji eğitimi alanında BTTÇ ile ilgili çalışmalar Tablo 12’de sunulmuştur. Tablo 12’de ele alınan çalışmalar 2000-2013 yılları arasında olup toplam 13 çalışmayı içermektedir.

Tablo 12. BTTÇ ile ilgili yapılan çalışmalar

Yazarlar	Konu/Yöntem	Örneklem	Veri toplama araçları/Teknik	Sonuçlar
Smith ve	BTT yaklaşımı	13.sınıf	Okul fenine ve fene karşı	Fen derslerinde BTT

Matthews, 2000	doğrultusunda tasarlanan biyoloji ve fizik derslerinin İrlanda'lı öğrenciler üzerindeki etkisi/ Yarı deneysel	(N=60)	kabulleri ile ilgili 25 soruluk, bilimsel süreçler ve fen öğretimi kabulleri ile ilgili 21 soruluk Likert tipi anket	yaklaşımının genel eğitime destek vererek karşılaşılan zorlukları aşma olanaklarını artırma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.
Dori, Tal ve Tsaushu, 2003	Biyoteknoloji modülündeki örnek olaylarda yer alan çevresel ve ekinisel ikilemleri analiz etmede kullandıkları düşünme becerilerinin araştırılması/ Yarı deneysel	10 ve 12. Sınıf (N=200)	Bilgi, kavramsal anlama, öğrenilenlerin yeni bir ortama uygulanması, problem belirleme, argümantasyon becerileri ve sistemli düşünme testi	Problem belirleme, argümantasyon ve sistemli düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerinde yüksek akademik seviyeli öğrenciler lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.
Mbajorgu ve Ali, 2003	BTT yaklaşımı, bilimsel okuyazarlık ve biyoloji başarısı arasındaki ilişkinin incelenmesi/ Yarı deneysel	Lise 2 (N=246)	Üreme ve aile planlaması başarısı, VoSTS (Aikenhead ve Ryan, 1992)'den adapte edilen 20 soruluk bilimsel okuyazarlık testleri	BTT yaklaşımının öğrenci başarısına etki eden başka değişkenler üzerinde etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.
Barron, 2005	BTT temelli kursun öğrencilerin bilgisine etkisinin belirlenmesi/ Yarı deneysel	11, 12 ve 13.sınıf (N=127)	VoSTS havuzundan seçilen 22 sorusundan oluşan form	BTT kursunu tamamlayan öğrencilerin VoSTS formu ile ölçülen BTT içerik bilgilerinde anlamlı artış bulunmuştur.
Doğan Bora, 2005	Bilimin doğası üzerine görüşlerin araştırılması/ Tarama	10.sınıf (N=1994)	VoSTS havuzundan seçilen 25 sorusundan oluşan form/ Anket, görüşme	Bilimin doğası ile ilgili boyutlarda ağırlıklı olarak geleneksel görüşte oldukları görülmüştür.
Kang, Scharman ve Noh, 2005	Büyük ölçekli bir tarama çalışması ile Kore'li öğrencilerin bilimin doğası üzerine görüşlerini tespit etmek/ Tarama	6,8,10. sınıf (N=1702)	6 soruluk form	Kademe gözetmeksizin öğrencilerin çoğunun bilim üzerine mutlakiyetçi/görgücü bakış açısına sahip olduğu ve bazı sorularda görüşlerinin bazı yönleri ile batılı öğrencilerden ayrıldığı ortaya konmuştur.
Tabak ve Weinstock, 2005	Belirli bir bilimsel epistemolojik anlayışı belirlemek yerine alanlar arası epistemolojik anlayışların belirlenmesi/ Tarama	6-9. Sınıf (N=243)	Epistemolojik düşüncelerin değerlendirilmesi-ETA (Kuhn, Cheney ve Weinstock, 2000) ve VOSTS (Aikenhead ve Ryan, 1992)	ETA sonuçları fen alanı öğrencilerinin sosyal ve fiziksel alandaki bilgiler üzerine görüşlerinin daha belirgin ve sofistike olduğunu gösterirken VoSTS sonuçları beklentinin altında da olsa başarılı öğrencilerin lehine yüksek bulunmuştur.
Doğan Bora, Arslan ve Çakiroğlu, 2006	Öğrencilerin bilimin doğası üzerine bakış açılarının araştırılması/ Tarama	10.sınıf (N=1994)	VoSTS havuzundan seçilen 6 sorusundan oluşan form	Katılımcılar bilimin tanımı, bilim insanlarının özellikleri, bilimin temel varsayımları hakkında geleneksel görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir.
Tobias, 2007	Fen standartlarının BTT entegrasyon seviyelerinin belirlenmesi/ Döküman analizi	50 amerikan eyaletinin fen standartları	15 kriterden oluşan değerlendirme envanteri	Hiç bir eyaletin ilk, orta ve lise seviyesinde belirlenen kriterler bakımından Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NSES) ile aynı seviyede olmadığını göstermiştir.
Dogan ve Abd El Khalick, 2008	Bilimin doğası üzerine öğrenci düşünceleri ve bu düşüncelerin belirli değişkenler ile ilişkisinin belirlenmesi/ Tarama	10.sınıf (N=2020)	VoSTS havuzundan seçilen 14 sorusundan oluşan form	Katılımcıların çoğu belirlenen bilimin doğası boyutları üzerine naif görüşler taşımaktadır.
Sevgili, 2010	BTTÇ kazanımlarının oluşum düzeylerini belirleme/ Yarı deneysel	9.sınıf (N=100)	Anket/ 23 soruluk başarı testi	BTTÇ biyoloji kazanımlarının öğrencilerde oluşum düzeyleri % 9.00 olarak saptanmıştır.
Quinlan, 2012	BTT biyoloji bağlamında sesli düşünme protokollerin şema teorisine göre analiz edilmesi/ Yarı deneysel	10. sınıf (N=13)	Sesli düşün sözle protokolü/ Yapılandırılmamış görüşme	Ön şemalı ve "karşıt" oriyantasyonlu öğrencilerin en karmaşık şematik yapı ve şematik ilerleme gösterdiği bulunmuştur.
Price ve McNeill, 2013	BTTÇ temelli kentsel ekoloji öğretim programı hedeflerine amerikan öğrencilerin ulaşma düzeylerinin belirlenmesi/ Durum çalışması	11. ve 12. sınıf (N=1200)	Mülakat, gözlem, öğrenci seçki dosyası analizi	Öğretim programı hakkındaki görüşlerin kişisel, niyet edilen ve uygulamaya dönük başlıkları altında belirlenerek fen öğretimi yoluyla olayları anlamlandırma fırsatları sunulması tartışılmıştır.

Tablo 12’de biyoloji eğitiminde BTTÇ ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde alan yazının önemli bir kısmını bilimin doğası, bilim insanı, epistemolojik inanışlar gibi boyutlar üzerine farklı seviyelerde öğrenim gören öğrencilerin görüşlerinin belirlenmesini hedef alan büyük ölçekli çalışmaların kapladığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda ya öğretim programlarında yeteri kadar BTTÇ anlayışına yer verilmediği ya da BTTÇ anlayışının uygulamalara yansıtılmadığı anlaşılmaktadır. Ancak, yurt dışı alan yazında BTTÇ yaklaşımına uygun olarak hazırlanan öğretim etkinliklerinin bilim üzerine görüşler, üst düzey düşünme becerileri gibi belirlenen özellikler bakımından etkilerini araştıran çalışmalara rastlanmaktadır. Bu çalışmada biyoloji öğretim programı BTTÇ kazanımları doğrultusunda hazırlanan BTTÇ üzerine görüşler formu kullanılarak çalışmada yürütülen uygulamaların BTTÇ kazanımları üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle çalışmanın öğretim programı, öğretim süreci ve BTTÇ kazanımı erişim düzeyleri arasındaki etkileşime yönelik çalışmalara katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında yürütülen alan yazın taraması sonucunda ortaöğretim seviyesinde biyoloji öğretimine yönelik olarak gerçekleştirilen araştırmalar dikkate alındığında hücre bölünmeleri ve üreme konularında yer alan kavramların kavram öğretimi ve kavram yanılgıları boyutunun iyi bir biçimde çalışıldığı görülmektedir. Ancak, alan yazında spesifik bir konunun biyoloji öğretim programında belirtildiği haliyle öğretilmesinin ortaöğretim öğrencilerinin programda belirtilen kazanımlara ulaşma düzeyleri üzerine etkililiğini ortaya koyan çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmada, ortaöğretim seviyesinde öğretilecek olan biyoloji konularını oluşturan temel kavramlar dikkate alınarak yazılan içerik kazanımlarının yanı sıra öğretim süreçleri içerisinde öğrencilerin geliştirmeleri hedeflenen BABS becerileri, İBTD, BTTÇ ile ilgili kazanımları doğrultusunda yapısal ve bilgisayarlı öğretim etkinlikleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Uygulanan öğretim etkinliklerinin etkililiği biyoloji öğretim programı kazanımları dikkate alınarak geliştirilmiş olan veri toplama araçları kullanılarak değerlendirilmiştir. Özetle, bu çalışmada biyoloji öğretim programında benimsenmiş olan öğretim anlayışı doğrultusunda gerçekleştirilen öğretim etkinliklerinin programda belirtilen kazanımları gerçekleştirme durumları belirlenmeye çalışılmıştır.

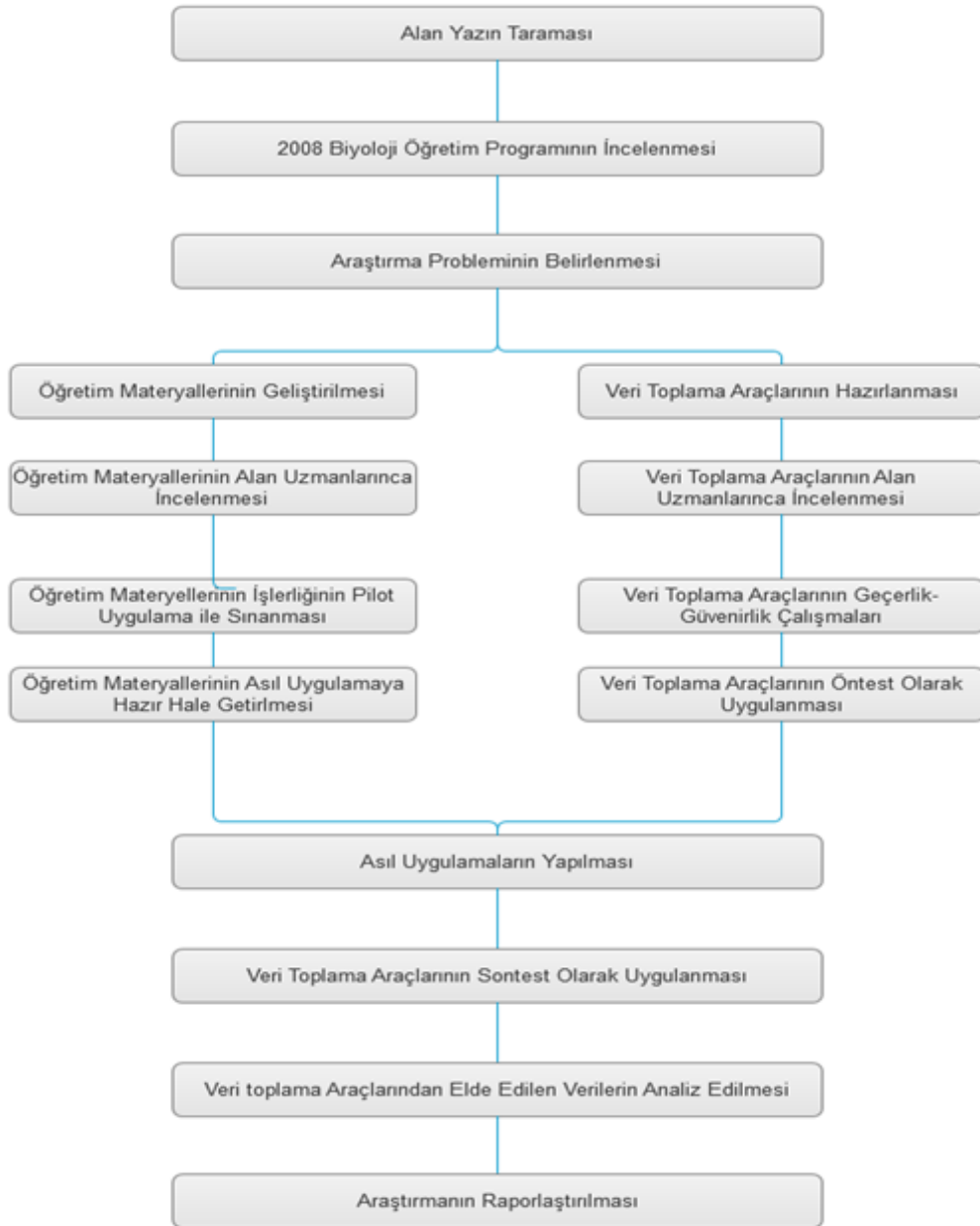
3. YÖNTEM

Bu çalışmada, 2008 Biyoloji dersi 10.sınıf öğretim programında yer verilen HBÜÜ ile ilgili öğrenci ders rehber materyali, öğrenci çalışma rehber materyali, yapısalıcı aktiviteler, bilgisayarla öğretim etkinlikleri, öğretmen rehber materyali ve öğrenci çalışma yaprakları geliştirilmiş, uygulanmış ve geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına, İBTD'ine, BABS ile BTTÇ üzerine görüşlerine etkisi incelenmiştir. Bu bölümde; araştırma yöntemi, örnekleme, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, öğretim materyallerin geliştirilme süreçleri, verilerin elde edilmesi ve analizinde yapılan işlemler hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada, HBÜÜ öğretimi için hazırlanan yapısalıcı aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla öğrencilerin 2008 biyoloji öğretim programı kazanımlarına erişim düzeylerine etkisinin belirlenmesi amacıyla öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel tasarım benimsenmiştir. Öntest-sontest tasarımı gerçekleştirilen farklı uygulamaların uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında ne derecede etkili olduğunu göstermeye yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, deneysel çalışmalar uygulama öncesinde gruplar arasında çalışmada ilgilenilen değişkenler açısından bir farklılık olup olmadığı da ortaya çıkarılmaktadır (McMillan ve Schumacher, 2001). Çalışmada kontrol gruplu olarak yürütülmesi aynı zamanda kontrol değişkenlerinin etkisini de önemli ölçüde ortadan kaldırmaktadır (Çepni, 2007; Karasar, 2004). Yarı deneysel modeller çalışmada oluşturulan gruplara deneklerin rastgele atanmasının mümkün olmadığı durumlarda önceden oluşturulmuş gruplar üzerinde çalışmaya olanak sağlamaktadır (Frankel ve Wallen, 2000). Uygulama süreci bir devlet okulunda aynı öğretmen tarafından biyoloji dersleri yürütülen üç 10.sınıf ile yürütülmüştür. Sınıflardan biri yapısalıcı aktivitelerin uygulanacağı birinci deney grubu (DG1), diğeri bilgisayarla öğretim etkinliklerinin uygulanacağı ikinci deney grubu (DG2) ve sonuncusu ise karşılaştırma grubu (KG) olarak belirlenmiştir. Yapısalıcı aktiviteler yürütülürken öğrenci ders rehber materyali, öğrenci çalışma rehber materyali, çalışma yaprakları ve öğretmen rehber materyali kullanılmıştır. Bilgisayarla öğretim etkinliklerinin yürütüldüğü deney grubunda ise öğrenci ders rehber materyali, öğrenci çalışma rehber materyali ve hazırlanan eğitsel yazılımlar kullanılmıştır. Karşılaştırma grubunda ise MEB tarafından sağlanan biyoloji ders kitabı (Ercan Akkaya, Sağdıç, Albayrak, Öztürk, Cavak ve İlhan, 2009) dışında bir öğretim materyali kullanmamıştır. Yapısalıcı aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin

geleneksel yönteme oranla  ğrencilerin HB   bilişel kazanımlarına erişi düzeylerine etkisini belirlemek amacı ile HB   kavram testi, İBTĐ kazanımlarına erişi düzeylerine etkisini belirlemek amacı ile İBTĐ  l eği, BABS kazanımlarına erişi düzeylerine etkisini belirlemek amacı ile BABS becerileri testi ve BTT  kazanımlarına erişi düzeylerine etkisini belirlemek amacı ile BTT   zerine görüşler formu uygulamalar öncesinde  ntest, uygulamalar sonrasında ise son test olarak uygulanmıştır. Çalışma yürütülürken gerçekleştirilen adımlar şekil 3’de sunulmuştur.



şekil 3 Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmada ihtiyaç duyulan çalışma grupları Trabzon ili Merkez ilçesinde bulunan üç lisede ortaöğrenimlerini sürdüren öğrencilerin katılımı ile oluşturulmuştur. HBÜÜ kavram testi, İBTD ölçeği, BABS becerileri testi ve BTTÇ formunun geliştirilmesi için gerek duyulan örneklem Kanuni Anadolu Lisesi öğrencileri tarafından karşılanmıştır. Veri toplama araçlarının her biri farklı sınıflara uygulanmıştır. Veri toplama aracı geliştirme sürecinde, biyoloji öğretim programı kazanımlarının ortaöğretim öğrencilerini hedef alması nedeniyle her sınıf düzeyinden (9, 10, 11 ve 12) bir sınıfa yer verilmesine dikkat edilmiştir. Veri toplama araçlarının cevaplanması süreci öncesinde çalışmanın amacı ile ilgili kısa bir açıklama yapılmış ve öğrencilerden sorulara cevap verirken gerekli özeni göstermeleri istenmiştir. Veri toplama aracı geliştirme sürecince ortaya çıkan örneklem Tablo 13'de özetlenmiştir.

Tablo 13. Veri toplama araçlarının geliştirilmesi süreci katılımcılarının sınıf seviyelerine göre dağılımı

Veri Toplama Aracı	Sınıf Seviyesi				Toplam
	9 (N)	10 (N)	11 (N)	12 (N)	
HBÜÜ kavram testi	30	32	25	25	112
İBTD ölçeği	30	30	20	20	100
BABS testi	30	25	25	20	100
BTTÇ formu	30	25	23	22	100

Gerçekleştirilmesi tasarlanan yapısalci aktivitelerde ve/veya bilgisayarla öğretim etkinliklerinde kullanılmak üzere hazırlanan öğretim materyallerinin uygulanabilirliği Affan Kitapçı Anadolu Lisesi'nde gerçekleştirilen pilot uygulama ile belirlenmeye çalışılmıştır. Okulun 10A sınıfında orta öğrenimlerine devam etmekte olan 30 öğrencinin katılımı ile biyoloji kitabı, çalışma kitabı, yapısalci aktiviteler ve bilgisayarla öğretim etkinlikleri hakkında ilk izlenimler belirlenmeye çalışılmıştır. Pilot uygulamalar öncesinde uygulama öğretmeni çalışmanın amacı, kapsamı ve kendisinden bekleniler ile ilgili bilgilendirilmiştir. Pilot uygulama öğretmeni, biyoloji öğretmenliği lisans derecesine ve 7 yıllık mesleki deneyime sahiptir. Beş hafta süren pilot uygulamalar sonucunda öğretim materyalleri ile ilgili notlar alınmıştır. Pilot uygulamanın ardından okulun biyoloji ve bilgisayar laboratuvarı donanım özellikleri değerlendirilmiş ve asıl çalışmanın araştırmanın daha rahat yürütülebileceği düşünülen başka bir okulda gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

Gerekli izinlerin alınmasının ardından asıl uygulama, Trabzon ili Merkez ilçesinde bulunan Trabzon Lisesi'nde yürütülmüştür (Ek 1). Araştırmanın yapıldığı yıl itibariyle Trabzon Lisesi, Anadolu Lisesi statüsündedir. Geliştirilen yapısalci aktivitelerin, bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla etkinliğinin belirlenebilmesi için üç farklı onuncu

sınıfa ihtiyaç duyulmuştur. Asıl uygulamayı yürüten biyoloji öğretmenin derslerine girdiği üç sınıftan rasgele yöntemle 28 öğrenci mevcutlu 10A sınıfı yapısalci aktivitelerin gerçekleştirileceği birinci deney grubu (DG1), 29 öğrenci mevcutlu 10B sınıfı bilgisayarla öğretim etkinliklerinin gerçekleştirileceği ikinci deney grubu (DG2) ve 28 öğrenci mevcutlu 10D sınıfı karşılaştırma grubu (KG) olarak atanmıştır. Asıl uygulamayı yürüten biyoloji öğretmeni biyoloji lisans derecesine ve 15 yıllık mesleki deneyime sahiptir. Asıl uygulamalar 10 hafta boyunca toplam 20 ders saati içerisinde tamamlanmıştır. Öğretmen, uygulamalar öncesinde rehber materyali üzerinden öğretmen yürütülecek uygulamalar hakkında haftalık olarak bilgilendirilmiştir. Ek olarak, öğretim sürecinden 2 hafta önce öntest, iki hafta sonra ise sontest uygulamaları yapılmıştır.

3.3. Veri toplama araçları

Araştırmaya katılan öğrencilerin biyoloji öğretim programı kazanımlarına erişim düzeylerini belirlemek üzere beş farklı veri toplama aracı hazırlanmıştır. Öğrencilerin HBÜÜ alan bilgisi kazanımlarına erişim düzeyleri kavramsal anlama boyutunda HBÜÜ Kavram Testi kullanılarak belirlenmiştir. Öğrencilerin, biyoloji programında yer verilen İBDT kazanımlarına erişim düzeyleri İBDT Ölçeği ile tespit edilmiştir. BABS becerileri kazanımlarına erişim düzeyleri BABS Becerileri Testi ve BTTÇ kazanımlarına erişim düzeyleri ise BTTÇ Üzerine Görüşler Formu aracılığı ile saptanmıştır.

3.3.1. HBÜÜ Kavram Testi

Hücre bölünmeleri ve üreme konusunda lise öğrencilerinin sahip oldukları anlamaları ortaya çıkarabilecek bir ölçek hazırlayabilmek üzere tanılayıcı test geliştirme prensipleri benimsenmiştir (Treagust, 1988). Daha önce pek çok araştırmacı tarafından (Lin, 2004; Odom ve Barrow, 1995) hiç değiştirilmeden veya çok az değişikliklerle kullanılan test geliştirme prensipleri test becerilerini ölçmekten çok öğrencilerin mevcut bilgilerini belirlenen bir çerçeveye göre değerlendirmek için gerekli olan bileşenleri içermektedir. Örneğin, öğrenci anlamalarını irdeleyebilmek için ezbere dayalı bilgilerden çok geleneksel ya da kitaptan olmayan öğrenci deneyimine ve beceriye dayalı durumlar içeren sorular hazırlamak amaçlanmaktadır. Aynı zamanda, öğrencilerin ifadelerine crossing-over, duplikasyon ya da hücre farklılaşması gibi bilimsel terimlerin yerleştirilmesi düşüncelerini kendi kelimeleriyle ifade edebilme olanaklarını kısıtlamamanın yanı sıra bir soruya iki neden belirtmenin mümkün olduğu durumlarda mantıklarını sorgulama olanağını da azaltmış olacaktır. Bu nedenle, takip edilen geliştirme ve doğrulama süreçleri, köşetaşı kavramların içerik sınırlarının belirlenmesi, köşetaşı kavramlar ile ilgili otantik alternatif

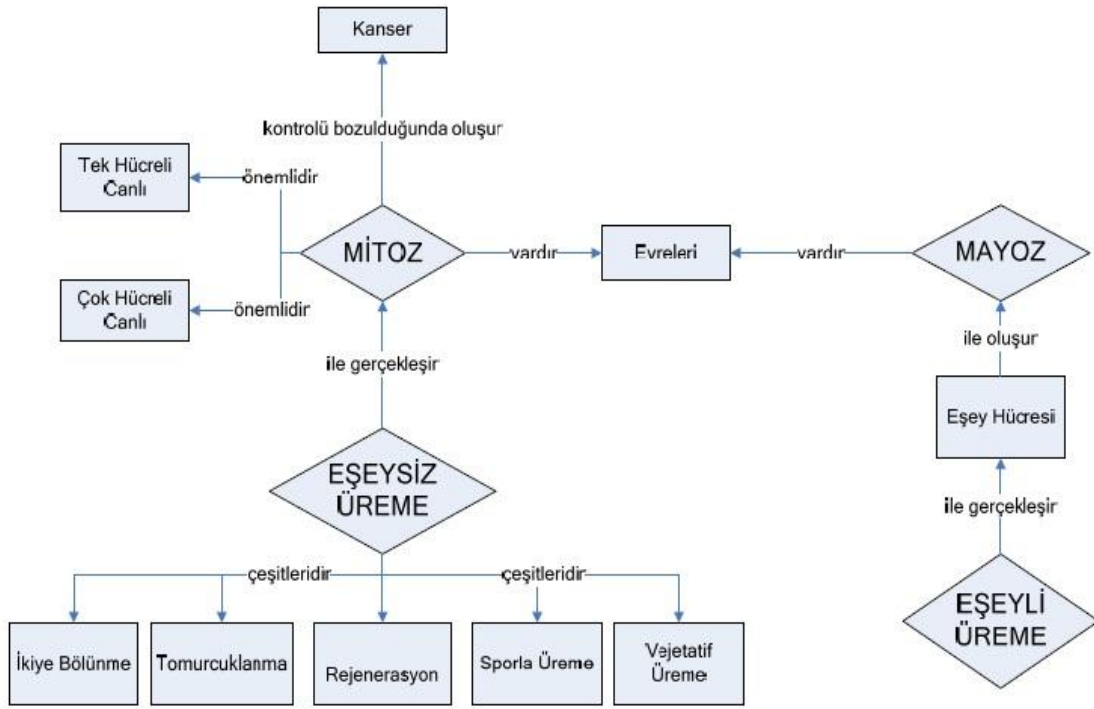
kavramların belirlenmesi, testin geliştirilmesi ve geliştirilen testin uygulanması aşamalarından oluşan bir süreç izlenerek HBÜÜ kavram testi hazırlanmıştır.

3.3.1.1. İçeriğin Belirlenmesi

İlk dört basamak, tanımlayıcı içerik bilgi ifadelerinin belirlenmesi ve kavram haritalarının geliştirilmesi, dolayısıyla kavram sınırlarının belirlenmesi ile ilgilidir. Stewart (1980)'ın tanımladığı üzere, ilk iki basamak ve bu iki basamağın kaşılıklı etkileşimleri genellikle benzer biçimde ve aynı anda geliştirilmektedir.

Basamak 1. Tanımlayıcı bilgi ifadelerinin belirlenmesi: Tanımlayıcı bilgi ifadelerinin belirlenmesinin önemi, öğretim programı geliştirme ve öğretimde bu yaklaşımın avantajlarını derinlemesine ortaya koyan Finley ve Stewart (1982) tarafından izah edilmiştir. HBÜÜ'nin içerik sınırları, tanımlayıcı bilgi ifadeleri listesi kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışma için, popüler lise biyoloji ders kitaplarının içerikleri, yardımcı kitaplar ve biyoloji öğretim programları (örneğin Biggs, Hagins, Holliday, Kapicka, Lundgren ve MacKenzie, 2007; DeSalle ve Heithaus, 2008; California State Board of Education [CSBE], 2003; Miller ve Levine, 2010; National Research Council [NRC], 1996; MEB, 2008) incelenerek hücre bölünmeleri ve üreme konusu gözden geçirilmiştir. Yapılan gözden geçirmeler neticesinde taslak halde bir tanımlayıcı bilgi ifadeleri listesi belirlenmiştir (Tablo 14). Tanımlayıcı ifadeler, HBÜÜ'nde yer alan mitoz bölünme, mayoz bölünme, ikiye bölünme, eşeyli üreme, eşeysiz üreme konularını oluşturan kavramlar ve bu kavramların birbirleriyle etkileşimlerini anlamak için gerekli olan bilgileri kapsayacak biçimde oluşturulmaya çalışılmıştır.

Basamak 2. Kavram haritasının geliştirilmesi: Tanımlayıcı bilgilerin belirlenmesi ile birlikte kavram haritalarının geliştirilmesi, araştırmacıya öğretimi için seçilen içeriğin doğası üzerinde dikkatli bir biçimde düşünmeyi sağlamaktadır. Bu çalışmada, kavram haritası olarak, 2008 biyoloji öğretim programı içerisinde HBÜÜ'nde yer alan temel kavramları gösterir kavram haritası dikkate alınmıştır (Şekil 4).



Şekil 4 HBÜÜ kavram haritası (MEB, 2008)

Basamak 3. Tanımlayıcı bilgilerin kavram haritasıyla ilişkilendirilmesi: Konu alanının doğru bir biçimde tarandığından emin olunması için incelenmekte olan her bir konuyu temsil etme yeterliliğine sahip tanımlayıcı ifadelerin ve kavramların bulunduğundan emin olunmaya çalışılmıştır. Tanımlayıcı bilgi ifadeleri araştırılmakta olan içeriğin iç güvenirliğini sağlamak üzere doğrudan kavram haritalarıyla ilişkilendirilmiştir.

Basamak 4. İçeriğin doğrulanması: Tanımlayıcı ifadelerin ve kavram haritalarının içeriklerinin doğrulanması biyoloji öğretmenleri ve fen eğitimi uzmanlarının alan bilgileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı bilgi ifadelerini inceleyerek ifadelerin kapsadığı içeriği betimlemek için her biri 10 yılın üzerinde öğretmenlik deneyimine sahip olan üç biyoloji öğretmeni, fen bilgisi eğitimi alanında araştırmalar yapmakta olan bir öğretim üyesi ve genetik alanında araştırmalar yapmakta olan bir öğretim üyesinden oluşan bir panel kurulmuştur. İçerikle örtüşme sağlamayan veya tamamlanmamış bazı ifadeler silinmek ya da üzerlerinde değişiklikler yapılmak suretiyle tanılayıcı ifadelerin ve kavram haritalarının araştırılan üniteyi ortaöğretim düzeyinde tam ve eksiksiz bir biçimde kapsamaları sağlanmıştır. Bu yolla incelenmekte olan bilgi doğrudan kayıt altına alınmış ve böylece öğretilecek olan kavramlarla açık bir ilişkisi olmayan soruların kavram testinde yer almasının önüne geçilmiştir. Sonuç olarak, uzman görüşleri de alınarak oluşturulan 20 tanımlayıcı bilgi ifadesi HBÜÜ'nin içerik sınırlarını belirlemede kullanılmıştır.

Tablo 14. HBÜÜ'ne yönelik tanılayıcı bilgi ifadeleri

I. Hücre bölünmelerinin başlıca işlevleri Hücre bölünmesi eşeyli ve eşeysiz üremede rol alır Hücre bölünmesi ile büyüme ve tamir olayları gerçekleşir Hücre bölünmesi yeni oluşacak hücrelere aynı ya da benzer kromozomların taşınmasıdır
II. Hücre bölünmelerinde temel süreçler Hem mitoz hem de mayoz interfaz ve takip eden bölünme aşamaları içermektedir Mitoz ve mayozda çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesi birbirini takip eder Sitoplazma bölünmesi ile kardeş hücreler ana hücrenin sitoplazmasını paylaşırlar Replikasyonu takiben mutlaka çekirdek bölünmesi olur ama her zaman bunu sitoplazma bölünmesi takip etmez
III. Hücre döngüsü ve eşeysiz üreme DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve sitoplazma bölünmesine kadar aynı kalır Mitoz profaz, metafaz, anafaz ve telofaz aşamalarından oluşur Anafazda eşlenmiş kardeş kromatitler birbirinden ayrılır ve kromozom adını alır Mitozun bir sonucu olarak kardeş kromatitler ana hücreden identik kromozomlar alır
IV. Eşeyli üremede mayozun rolü Mayozda, hücreler iki defa bölünür ancak kromozom bir kere replike olur. Bu nedenle, nesiller boyu kromozom sayısı aynı kalır. Profaz I aşamasında tetrat, sinapsis ve krosing over oluşumu gerçekleşir Döllenme ile krosing-over eşeyli üreyen organizmalarda genetik çeşitliliğe neden olur Anafaz I'de homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak hücrenin karşılıklı kutuplarına hareket eder ve kutuplardaki kromozom kümeleri haploid hale gelmiş olur Döllenmemiş bir yumurtanın bir birey haline gelmesine partenogenez denir
V. Hücre tipleri ve hücre bölünmeleri Hemen hemen her diploid ve haploid ökaryotik hücrede mitoz gerçekleşir. Ökaryotik hücre yapısına sahip organizmalarda mayoz sadece belirli üreme hücrelerinde gerçekleşir. Bakteri hücreleri iğ iplikleri oluşturmadan ya da herhangi bir çekirdek ve sitoplazma bölünmesi gerçekleştirilmeden ikiye bölünme yoluyla bölünürler. Bitki ve hayvan hücrelerinde sitoplazma bölünmeleri arasında farklılık vardır. Hayvan hücrelerinde boğumlanma görülürken bitki hücrelerinde hücre plağı oluşumu gerçekleşir.

3.3.1.2. Alternatif Öğrenci Kavramları Hakkında Bilgi Edinilmesi

Öğrencilerin alternatif kavramlarını tespit edebilmek için kullanılacak olan kavram testlerini geliştirme sürecindeki ikinci ana başlık bilişsel yapı ve kavramsal değişim ile ilgili alan yazının gözden geçirilmesi ve öğrencilerle konu içeriklerini anlamaları konusunda görüşmeler yapılması ve açık uçlu sorulardan oluşan bir sınavdan öğrenci cevaplarının elde edilmesi basamaklarını içermektedir.

Basamak 5. İlgili alan yazının incelenmesi: Hücre bölünmeleri ve üreme konuları ile ilgili kavram yanlışlarını ve/veya problemleri tanımlamak için yeni girişimlerde bulunmadan önce, kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmalarla ilgili alan yazının incelenmiştir. Alternatif anlamalara neden olan kavramsal zorluklar öğrenci anlamalarını ortaya çıkaracak biçimde bir alan yazın taraması yapılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Alan yazında hücre bölünmeleri ve üreme konusunda yer alan kavramlarla ilgili öğrenci anlamaları, mülakat ve test soruları geliştirilirken dikkate alınmıştır. HBÜÜ'nin kapsadığı kavramlara ilişkin belirlenen alternatif öğrenci anlamaları Tablo 15'de listelenmiştir.

Tablo 15. Hücre bölünmeleri ve üreme konusuna ait alternatif kavramlar listesi

Alternative Kavramlar	Kaynak
Kalıtsal bilginin konumu	
Hayvanlar, bitki benzeri olmayan canlıların hücreleri ve/veya kromozomları ve/veya genleri yoktur	Banet ve Ayuso (1995, 2000), Woods Robinson, Lewis, Leach ve Driver, (1998)
Genetik bilgi sadece gametlerde (sex kromozomları) bulunur	Banet ve Ayuso (1995; 2000)
Kromozomlar hücre çekirdeğinde ve/veya genler kromozomlar üzerinde bulunmazlar, hatta kromozomları olmayan bir canlının genleri olabilir	Lawson (1988), Banet ve Ayuso (1995; 2000), Lewis ve diğ. (2000a)
Kromatid ve homolog kromozom karışıklığı	
Homolog kromozomlar aynı bilgileri taşır veya kromatidler farklı bilgileri taşır.	Browning ve Lehman (1988)
İki kromatidli kromozomal yapı diploid ile ilgidir	Kinfield (1991), Ayuso, Banet ve Abellán, (1996)
Gen ve allel birbirinden farklıdır veya alleller bir genin parçasıdır	Ayuso ve diğ., (1996)
Kalıtsal bilginin aktarımı	
Bir insandaki tüm kromozomlar aynı bilgiyi taşır	Ayuso ve diğ. (1996)
Her hücre işlevine göre farklı genetik bilgi taşır.	Banet ve Ayuso (1995, 2000)
Aynı tipteki hücreler genetik olarak birbirinin aynısıdır ve farklı hücreler farklı kalıtsal bilgi içerirler	Lewis ve diğ. (2000b)
Yeni üretilen hücrelerin oluşumu kalıtsal bilgilerine göre değil işlevlerine göre belirlenir.	Banet ve Ayuso (1995)
Yeni özelliklerin ortaya çıkması	
Bazı özellikler ebeveynlerden birinin, genellikle babanın etkisi daha fazla, etkisiyle ortaya çıkar	Banet ve Ayuso (1995), Ramagoro ve Wood-Robinson (1995)
İkizler birbirinin genetik olarak aynısıdır çünkü aynı ebeveynlerden aynı anda doğmuşlardır	Lawson (1988), Ramagoro ve Wood-Robinson (1995)
Cinsiyet sperm tarafından değil kan yoluyla veya şansa bağlı olarak belirlenir	Ramagoro ve Wood-Robinson (1995)
Kazanılmış karakterlerin aktarımı	
İnsan türlerinde ve diğer canlılarda genetik çeşitliliğin temelinde bazı çevresel etkiler vardır	Banet ve Ayuso (1995), Ramagoro ve Wood-Robinson (1995)
Herhangi bir hücrede oluşan mutasyonlar aktarılabilir.	Banet ve Ayuso (1995), Ramagoro ve Wood-Robinson (1995)

Basamak 6. Yapılandırılmamış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirilmesi: Hücre bölünmeleri ve üreme konusundaki öğrenci anlamaları hakkında daha geniş bir bakış açısına sahip olabilmek için üniteyi henüz tamamlamış olan öğrenciler ile yapılandırılmamış mülakatlar yürütülmüştür. Öğretmenler sınıflarında orta düzeyde başarılı oldukları düşünülen (en başarılı ve en başarısız %20'lik dilimler hariç) 13 öğrenci ile tanımlayıcı bilgi ifadeleri ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek üzere görüşülmüştür. Ortalama 30 dakika kadar süren görüşmelerde öğrencilerin kendi deneyimleri ile cevaplamada bulunmaları sağlanmıştır. Görüşmelerin tartışma havasında geçmesi ve tartışmaların “Genetik karakterler sonraki nesillere nasıl aktarılır?”, “Hücre bölünmesi ile

kalıtım arasındaki ilişki nedir?” veya “HBÜÜ’ni öğrenirken zorlandığınız noktalar hangileridir?” gibi sorular etrafında şekillenmesi sağlanmıştır. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin konu ile ilgili doğru kavramları seçerek kullanmada, kavramları doğru olarak telaffuz etmede sorunlar yaşadığı belirlenmiştir. Yaşanan sorunları sadece DNA, gen, genetik bilgi, kalıtım, kromozom, mitoz, mayoz, eşeyli üreme gibi genetik ile ilgili kavramlardan kaynaklanmadığı aynı zamanda vücut-eşey hücreleri, üreme organları, canlı türlerinin özellikleri gibi sitolojik, anatomik, sistematik kavramalarla da ilişkili olduğu gözlenmiştir. Bu tartışmadan elde edilen notlar kavram yanlışlarının ya da yanlış anlamaların belirlenmesine yardımcı olarak kavram testinin düşünceleri daha derinlemesine yoklayabilecek açık uçlu sorulardan oluşmasına temel teşkil etmiştir.

Basamak 7. İki uçlu test sorularının geliştirilmesi: Öğretilen üniteyi kapsadığı kavramlar dikkate alınarak çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir test oluşturulmuştur. Her bir soru sınırlı sayıda tanımlayıcı ifadeye dayandırılarak gerek alan yazında gerekse de görüşmelerde karşılaşılan alternatif kavramlara işaret edecek biçimde tasarlanmıştır. Herbir çoktan seçmeli sorunun ardından öğrencilerin seçtikleri seçeneği tercih etme nedenlerini belirtmeleri için bir boşluk bırakılmıştır. Konuyu temsil eden bir dizi sorunun geliştirilmesinin ardından hazırlanan test çalışmada başka bir amaçla görüş ve bilgilerine başvurulmamış 80 lise öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerin vermiş oldukları yanıtlar sayesinde kabul edilebilir bilimsel kavramların yanı sıra kavram yanlışları ortaya çıkarılmıştır. Bu basamakta takip edilen tekniğin detayları ilk olarak Osborne (1980) ve arkadaşları, sonrasında ise Driver (1984) tarafından betimlenerek yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

3.3.1.3. Kavram Testinin Geliştirilmesi

Test yapılandırma sürecinin üçüncü aşaması, birinci aşamasında içeriğe ilişkin cevaplar ve ikinci aşamasında ise cevaba ilişkin nedensellikler gerektiren iki aşamalı test soruları geliştirme ile ilgili adımlardan oluşmaktadır.

Basamak 8. İki uçlu testin geliştirilmesi: Tobin ve Capie (1981)’nin Mantıksal Düşünme Testi (Test of Logical Thinking) formatı ile karşılaştırılabilecek bir tasarımla çoktan seçmeli sorulardan oluşan iki uçlu tanılayıcı test hazırlanmıştır. Testte yer alan her bir sorunun birinci aşaması iki ya da dört seçenekten oluşan (ikisi karmaşık çoktan seçmeli olmak üzere) çoktan seçmeli içerik kısmını oluşturmaktadır. Her bir sorunun ikinci kısmında ise birinci kısma verilen cevabın olası nedeninin öğrenciler tarafından açıklanmasına olanak sağlayacak bir boşluk bırakılmıştır. Öğrenci nedenlerinin doğru ve yanlış nedenlerin yanı sıra belirlenen kavram yanlışlarını, yanlış ve eksik anlamaları da içerdiği anlaşılmıştır. Soruların ikinci kısmına yazılacak olan nedenlerin analizi alan yazından ve lise öğrencileri

ile görüşmelerden elde edilen bilgilerin yanı sıra, bir önceki adımda öğrencilere yöneltilen sorulara verilen cevapların nedenlerinin yazılı olarak açıklanmasında kullanılan ifadeler dikkate alınarak geliştirilmiştir. Öğrenciler cevaplarının nedenini açıklarken kavram yanlışlığı, yanlış anlama veya eksik anlama gibi birden fazla türden alternatif anlama içeren cevaplar verdiklerinden öğrenci nedenselliklerinin incelenmesi tüm bu alternatif nedensellikleri kapsayacak biçimde hazırlanmıştır. Sonuç olarak tanılayıcı testte yer alan sorular iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama çoktan seçmeli içerik sorusudur. Her sorunun ikinci aşaması ise birinci aşamada verilen cevabın nedenlerinin ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

Basamak 9. Belirtke tablosunun tasarlanması: Testin tanılayıcı bilgi ifadelerinde, konuyu oluşturan başlıklar altında yer alan ve birbirleri ile olan ilişkileri kavram haritası üzerinde gösterilen kavramları tam olarak kapsadığından emin olmak için bir belirtim tablosu tasarlanmıştır (Tablo 16).

Tablo 16. Testte yer alan sorulara ait belirtke tablosu

Soru	Temel Kavram	Soruların Sorguladığı Konu Alanları
	Mitoz	
1	Kromozom sayısı	Mitozun kromozom sayısı üzerine etkisi
2	Genetik bilgi	Mitozun genetik bilgi üzerine etkisi
3	Konum	Mitoz görülen hücre tipleri
4	Hücre tipi ve mitoz	Bitki ve hayvan hücrelerinin mitozda gösterdikleri farklılıklar
	Mayoz	
5	Kromozom sayısı	Mayozun kromozom sayısı üzerine etkisi
6	Genetik bilgi	Mayozun genetik bilgi üzerine etkisi
7	Konum	Mayoz görülen hücre tipleri
8	Hücre tipi ve mayoz	Bitki ve hayvan hücrelerinin mayoz gösterdikleri farklılıklar
	Üreme	
9	Gametogenez	Sperm ve yumurta oluşumu ve kromozom sayıları
10	Döllenme	Döllenmenin kromozom sayısını üzerine etkisi
11	Partenogenez	Arılar gibi bazı canlılarda görülen üreme döngüsü
12	Prokaryotlarda üreme	Prokaryotik canlılarda görülen farklı üreme türleri
13	Bitkilerde üreme	Bitkilerde görülen farklı üreme türleri
	Hücreler	
14	Doku içi mitoz	Mitozun aynı işleve sahip hücrelerin oluşumna etkisi
15	Hücre farklılaşması	Farklı işleve sahip hücreler ve mitoz bölünme
16	Vücut ve üreme hücreleri	Mitoz ve mayoz bölünmenin sonuçlarının karşılaştırılması
17	Genetik çeşitlilik	Mayoz ve genetik bilgide farklılık
18	Tür içi çeşitlilik	Tür içerisinde görülene genetik bilgideki farklılık
19	Kanser	KontROLSÜZ hücre bölünmelerinin sonuçları

Basamak 10. Sürekli yenilemeler: İki uçlu çoktan seçmeli soruların farklı sınıflarda gerçekleştirilen uygulamalar doğrultusunda iyileştirilmesi, testin bir bütün olarak incelenen konu başlıklarında bulunan kavramlar ile ilgili alternatif öğrenci anlamalarını teşhis edebileceğinden emin olmayı sağlamaktadır. Günümüze kadar bu türden testlerin

geliştirilmesi ile ilgili olarak yapılan çalışmalar testlerde yer alan soruların kavram yanlışlıklarını belirme yönündeki tanılayıcı doğasının geliştirilmesi için iyileştirmeler yapılabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, test sorularının iyileştirilmesi amacıyla alan yazında hali hazırda yapılmış çalışmalarla tanımlanan kavram yanlışlıklarını gözden geçirmekten, öğrencilerle görüşmeler yapmaktan ve açık uçlu test soruları ile yazılı olarak veriler toplamaktan başka bir yol yoktur (Treagust, 1988). Ayrıca, testin her seferinde farklı öğrenci gruplarına uygulanmasının, her soru için farklı alternatif anlamaların ortaya çıkarılması yönünde geliştirmelere olanak vereceği düşünülmüştür. Bu düşünceden hareketle 112 ortaöğrenim öğrencisinden geliştirilen soruları cevaplandırmaları istenmiştir. Öğrenci cevaplarının değerlendirilmesi ve elde edilen verilerin analizinin ardından, iki soru birleştirilerek bir soru haline getirilmiş, üç soru yeniden düzenlenmiştir. Bu ön uygulama sırasında hesaplanan güvenirlik katsayısı testin asıl uygulama için yeterli güvenirliğe sahip olduğunu göstermiştir (cronbach-alpha = 0.810). Test sorularının içerik ve geçerliliği fen eğitimi alanında çalışmalar yürüten üç öğretim üyesi tarafından değerlendirilmiştir. Öğretim üyelerinden soruların doğrulanmış tanılayıcı bilgi ifadeleriyle tanımlanmış içeriği ölçme kapasitelerini ve ortaöğrenim öğrencilerine uygunluğu bakımından incelemeleri istenmiştir.

Hücre bölünmeleri ve üreme tanılayıcı testinin son hali 19 sorudan oluşmuştur. Testte kapsanan kavramsal alanlar hücre bölünmelerinde temel süreçler, hücre bölünmelerinin başlıca işlevleri, hücre döngüsü ve eşeysiz üreme, eşeyli üremede mayozun rolü, hücre tipleri ve hücre bölünmeleri olarak ortaya çıkmıştır. Testin son hali Ek 2’de sunulmuştur.

3.3.1.4. Verilerin Puanlanması

Öğrencilerin kavram testinde yer alan sorulara vermiş oldukları yanıtlar iki aşamada incelenmiştir. Birinci aşamada, öğrencilerin kavram testinde sorulan soruya sunulan seçeneklerden birini işaretleyerek vermiş oldukları cevaplar incelenmiştir. Cevaplar analiz edilirken verilen her doğru cevaba 1 puan verilmiştir. İkinci aşamada, kavram testini cevaplayan öğrencilerden cevaplamada kullandıkları nedenleri belirtmeleri istenmiştir. Öğrenciler tarafından yazılı olarak ifade edilen nedenler tam doğru, kısmen doğru, naif doğru, kavram karışıklığı, kavram yanlışlığı ve yanlış anlama olarak sınıflandırılmıştır. Nedenler analiz edilirken, tam ya da bilimsel doğru nedenler 3 puan, kısmen doğru nedenler 2 puan ve naif doğru nedenler ise 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Doğru cevap dışındaki alternatif ve boş nedenlere puan verilmemiştir. Öğrenci nedenlerini sınıflandırmada kullanılan kriterler (Caleon ve Subramaniam 2010; Lin, 2004; Tsui ve Treagust 2010) Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 17. Kavrama bağılı nedenlerin analizinde kullanılan kategoriler

Anlama seviyeleri	Puanlama kriteri	Puanlar
Tam doğru	Geçerli cevabı tüm boyutlarıyla kapsar	3
Kısmen doğru	Geçerli cevabın bazı boyutlarını açıklar	2
Naif doğru	Geçerli cevaba göndermeler içerir	1
Kavram karışıklığı	İlgili kavramı başka bir bilimsel olaya atfeder	0
Yanlış anlama	Bir bilimsel olayı ya da soruyu yanlış yorumlar	0
Kavram yanılgısı	Bir kavramı bilimsel olarak yanlış yapılandırır	0

3.3.2. İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler (İBTD) Ölçeği

Öğrencilerin biyoloji öğretim süreçleri sonunda sahip olması beklenen İBTD kazanımları çalışma sürecinde geliştirilen İBTD ölçeği ile belirlenmeye çalışılmıştır. İBTD ölçeği, her biri İBTD kazanımları ile ilişkili maddelerden oluşan 5'li likert tipi ölçek olarak geliştirilmiştir. İBTD ölçeği geliştirilirken izlenen adımlar altı başlık altında özetlenmiştir:

Adım 1. Kazanım inceleme: 2008 biyoloji öğretim programında yer verilen yirmi İBTD kazanımı içerik ve etki alanları bakımından incelenmiştir. Bu yolla programda birer cümle ile tanımlanan İBTD kazanımları ile araştırmacının bilgi sahibi olması sağlanmıştır.

Adım 2. Madde belirleme: Biyoloji tutum ölçeği hazırlamak için daha önce fen dersleri için geliştirilmiş olan tutum ölçekleri incelenmiştir: Modified Attitudes towards Science Inventory (mATSI) (Weinburgh ve Steele, 2000), Asian Student Attitudes towards Science Class Survey (Wang ve Berlin, 2010), Relevance of Science Education (ROSE) Student Questionnaire (Schreiner ve Sjöberg, 2004), Science Opinion Survey (SOS) (Gibson ve Chase, 2002), Science Motivation Questionnaire II -(SMQ II) (Glynn, Brickman, Armstrong ve Taasobshirazi, 2011), Scientific Attitude Inventory: A Revision (SAI II) (Moore ve Foy, 1997), Test of Science Related Attitudes (TOSRA) (Fraser, 1978), Views about Science Survey (VASS) (Halloun ve Hestenes, 1998). Ölçekler incelenirken tekrar eden ya da çok yakın anlamlara gelen maddeler kapsam dışında bırakılarak, sade ve anlaşılır özellikte 72 maddeden oluşan tutum maddeleri havuzu elde edilmiştir.

Adım 3. Ön deneme: Tutum havuzunu oluşturan maddeler ön deneme öncesinde Türkçeye tercüme edilmiştir. Ölçek maddelerinin sade, anlaşılır bir dile sahip olması ve dilbilgisi kurallarına uygunluğu dil uzmanlarına inceletilerek sağlanmaya çalışılmıştır. Ölçeğin olumlu ifadelerin yer aldığı maddeler kadar olumsuz ifadelerin yer aldığı maddeleri de içermesine özen gösterilmiştir. Tutum maddeleri alt alta sıralanmış ve karşılıklarına “tamamen katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum ve hiç katılmıyorum” seçenekleri yazılmıştır. Böylece, ön deneme aşamasına uygun bir ölçek hazırlanmıştır. Hazırlanan taslak haldeki ölçek Trabzon ili merkez ilçesinde ortaöğretimlerine devam etmekte olan 100 lise öğrencisine uygulanmıştır. Böylece, ölçeğin cevaplama süresi ve anlaşılabilirliği anlamında bir ön deneme yapılmış ve ölçeğin

anlaşılabilir olduğu kanaatine varılmıştır. Ölçeğin cevaplanma süresi 30 dakika olarak tespit edilmiştir.

Adım 4. Geçerlilik Çalışması: Ölçeğin geçerlik çalışması kapsam geçerliği ve yapı geçerliği olarak iki aşamada sınanmıştır. Kapsam geçerliği alan uzmanlarının görüşleri alınarak sağlanmıştır. Ölçek iki alan uzmanı ve iki doktora öğrencisine incelenmiş ve alınan görüşler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Sonuçta ölçek maddelerinin öğrencilerin biyoloji dersine karşı davranış, duygu ve düşüncelerini ölçmede yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ölçeğin yapı geçerliği, ön denemede kullanılan taslak ölçekten elde edilen verilere faktör analizi yapılarak sağlanmıştır. Öğrencilerin maddelere verdiği cevaplardan tamamen katılıyorum seçeneğine 5, katılıyorum seçeneğine 4, kararsızım seçeneğine 3, katılmıyorum seçeneğine 2 ve hiç katılmıyorum seçeneğine ise 1 puan verilmiştir. Olumsuz maddelerde ise tam tersi puanlama yapılmıştır. Faktör analizine geçilmeden önce ön deneme verilerinin faktör analizi yapmaya uygunluğunun ölçülmesi gerekmektedir. Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (K.M.O.) değeri, değişkenler tarafından oluşturulan ortak varyans miktarını bildirmektedir. Bu değer 1.00'e yakın olması, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu gösterirken; 0.50'nin altına düşmesi bu veriler ile faktör analizi yapmanın doğru olmayacağını bildirmektedir. Bartlett testi değeri ve onun anlamlılığı ise değişkenlerin birbirleri ile korelasyon gösterip göstermediklerini sınar. Elde edilen p değeri 0,10 veya daha üzerindeyse bu verilerle faktör analizi yapmanın uygun olmadığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2002).

Çalışmamızda Kaiser-Meyer-Olkin (K.M.O.) değerine bakıldığında, bu değer (0.749>0.50) 0.50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum K.M.O. ölçütüne göre "iyi" olarak değerlendirebilir ve örnek büyüklüğünün yeterli olduğunu gösterir. Bartlett testi ise 2726.009 ve $p=0.000$ şeklinde bulunmuştur. Buna göre Bartlett testinin sonucu 0,001 düzeyinde anlamlıdır ve korelasyon matrisi için faktör analizi yapmanın uygun olduğu söylenebilir (Tablo 18).

Tablo 18. KMO ve Barlett testi sonuçları

	Ki-kare Değeri	2726.009
Küresel Barlett testi	Serbestlik Derecesi	1128
	Önem Düzeyi (p)	0.000
K.M.O		0.749

Ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla son halinde yer alan maddelere Temel Bileşenler Analizi-TBA (Principal Component Analysis) yapılmış ve öz değerleri (eigen value) birin üzerinde olan beş faktör altında toplandığı görülmüştür. Birbirinden

olabildiğince bağımsız faktörlere ulaşabilmek için faktör analizi uygulamasına Varimax Dik Döndürme metodu kullanılarak devam edilmiştir. Faktör yük değerleri 0.30'un altında olan ve birden fazla faktöre girip aralarındaki faktör yük değer farkları 0.10 ve daha az olan maddeler elenerek analiz 48 madde ile sürdürülmüş ve tekrarlanan rotasyonlar sonucunda ölçekteki maddelerin ikisinde on ikişer, üçünde ise sekizer madde bulunan beş faktör altında toplandığı görülmüştür. Faktörler madde içerikleri dikkate alınarak algılama, tepkide bulunma, değer verme, örgütlenme ve yaşam tarzı geliştirme olarak isimlendirilmiştir. Beş faktör birlikte toplam varyansın % 50.403'ünü açıklamaktadır. Maddelerin faktör analizi sonuçları (maddelerin faktör yükleri) Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. İBTD ölçeği maddeleri ve ilgili oldukları İBTD kazanımları

Alt Boyutlar	İBTD Kazanım No	Madde No	Yük Değeri
Algılama	İTD 1.	1, 21, 41	0.861, 0.712, 0.831
	İTD 9.	2, 22, 42	0.646, 0.834, 0.845
	İTD 17.	3, 23, 43	0.792, 0.649, 0.629
	İTD 20.	4, 24, 44	0.650, 0.467, 0.549
Tepkide bulunma	İTD 4.	5, 25, 45	0.520, 0.659, 0.600
	İTD 6.	6, 26, 46	0.537, 0.705, 0.729
	İTD 10.	7, 27, 47	0.712, 0.662, 0.626
	İTD 3.	8, 28, 48	0.613, 0.587, 0.602
Değer verme	İTD 12.	9, 29	0.391, 0.632
	İTD 14.	10, 30	0.725, 0.676
	İTD 7.	11, 31	0.506, 0.584
	İTD 19.	12, 32	0.529, 0.621
Örgütlenme	İTD 13.	13, 33	0.704, 0.717
	İTD 16.	14, 34	0.602, 0.739
	İTD 8.	15, 35	0.687, 0.709
	İTD 5.	16, 36	0.465, 0.653
Yaşam tarzı geliştirme	İTD 2.	17, 37	0.485, 0.616
	İTD 11.	18, 38	0.669, 0.723
	İTD 15.	19, 39	0.580, 0.639
	İTD 18.	20, 40	0.689, 0.469

Adım 5. Kazanım-madde ilişkilendirme: Araştırmacı ve fen eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi geçerliliği sağlanan her bir tutum maddesini gözden geçirerek doğrudan biyoloji öğretim programında yer verilen İBTD kazanımlarından bir tanesi ile ilişkilendirmiştir. Ölçekte yer alan maddelerin İBTD kazanımları ile ilişkisi Tablo 19'da gösterilmiştir.

Adım 6. Güvenirlik çalışması: Güvenirlik çalışmaları ölçeği oluşturan maddelerin tamamının ve alt boyutunu oluşturan maddeleri için ayrı ayrı güvenirlik değerlerinin hesaplanması biçiminde yürütülmüştür. Hem alt ölçekler hem de testin bütününe ilişkin elde edilen güvenirlik değerleri İBTD ölçeğinin araştırmalarda kullanılabilecek güvenirlğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 20).

Tablo 20. İBTD ölçeği güvenirlik değerleri

	Madde sayısı	Ortalama	SS	Cronbach alfa
Algılama	12	44.380	10.193	0.925
Tepkide bulunma	12	43.500	9.308	0.882
Değer verme	8	30.500	6.048	0.835
Örgütlenme	8	31.870	5.976	0.817
Yaşam tarzı geliştirme	8	19.340	6.852	0.774
İBTD ölçeği	48	169.590	22.039	0.879

Geliştirme adımlarının tamamlanmasıyla İBTD kazanımları ile birebir ilişkili maddelerden oluşan, toplam beş altboyutta 48 madde içeren, bilimsel araştırmalarda kullanılabilecek geçerlik ve güvenirliğe sahip İBTD ölçeğinin geliştirilmesi süreci tamamlanmıştır. Ölçeğin uygulamada kullanılan hali Ek 3'de sunulmuştur.

3.3.3. Bilimsel Araştırma ve Bilimsel Süreç (BABS) Becerileri Testi

Öğrencilerin biyoloji öğretim süreçleri sonunda sahip olması beklenen BABS kazanımları, çalışma sürecinde geliştirilen BABS becerileri testi ile belirlenmeye çalışılmıştır. BABS becerileri testi, her biri BABS becerileri kazanımları ile ilişkili çoktan seçmeli sorular kullanılarak geliştirilmiştir. BABS becerileri testi geliştirilirken izlenen adımlar beş başlık altında özetlenmiştir:

Adım 1. Kazanım inceleme: 2008 biyoloji öğretim programında yer verilen yirmi yedi BABS becerileri kazanımı içerik ve etki alanları bakımından incelenmiştir. Bu yolla programda birer cümle ile tanımlanan BABS becerileri kazanımları ile ilgili araştırmacının bilgi sahibi olması sağlanmıştır.

Adım 2. Madde yazımı yada seçimi: Bilimsel süreç becerilerini ölçme özelliğine sahip bir ölçekte yer alabilecek maddeleri geliştirilebilmek için bilimsel süreç beceriler ile ilgili testler taranmıştır: Bilimsel Süreç Becerileri Ölçme Testi, BSBÖT (Temiz, 2007), Test of Integrated Science Process Skills, TIPS (Dillashaw ve Okey, 1980), TIPS II, (Burns ve diğ., 1985). Yapılan ön inceleme sonucunda mevcut bilimsel süreç becerileri testlerinde yer verilen soru maddelerinin BABS beceri kazanımlarından bazılarını kapsadığı ancak bazı kazanımları sorgulamaya yönelik soruların yazılmasına ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır. Sorular yazılırken aşağıdaki ilkeler dikkate alınmıştır:

Sorular, mümkün oldukça alan bilgisi gerektirmeden cevaplanabilmelidir. Alan bilgisi olmadan sorunun yazımı olanaklı değil ise gerekli alan bilgisi soru kökünden önce bir paragraf olarak verilmelidir.

Soru bağlamlarının cevaplamaya etkisini en az düzeye indirgeyebilmek için günlük yaşamdan olaylar sorulara konu edilmelidir.

Sorunun anlaşılabilirliği görseller kullanılarak artırılmalı ancak öğrencilere aşırı bilisel yük oluşturma potansiyeline sahip, anlaşılması zor resimlerden kaçınılmalıdır.

Sorularda bilimsel hata olmamalı, soruda yer verilen olaylar okulda öğrenilenlerle çelişmemelidir.

Sorular açık, anlaşılır ve sade bir dille yazılmalıdır.

BABS becerileri testi geliştirilirken, gerek soru formatı gerekse becerilerin ölçülmesine eşlik eden bilimsel içeriklerin seçiminde TIPS ve TIPS II testlerinden ve ayrıca Seviye Belirleme Sınavı (SBS) sorularından yararlanılmıştır. Her bir sorunun sorgulanmak istenen kazanımda hedef alınan bir beceriye yönlendirilmesi esas alınmıştır. Böylece, 27 BABS beceri kazanımını ölçmeye yönelik 27 adet 4 seçenekli çoktan seçmeli test sorusu hazırlanmıştır. Hazırlanan soruların kazanımlar ile ilişkisi Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21. BABS beceri testi soruları, ilgili BABS becerileri kazanımları ve yük değerleri

Soru No	Kazanım	Köken	Yük değeri
1	BABS1	SBS 2009 7F18	0.547
2	BABS2	TIPS II-26	0.329
3	BABS3	Araştırmacı	0.315
4	BABS4	Araştırmacı	0.422
5	BABS5	Araştırmacı	0.343
6	BABS6	Araştırmacı	0.488
7	BABS7	TIPS II-8	0.352
8	BABS8	Araştırmacı	0.683
9	BABS9	SBS 2009 6F14	0.324
10	BABS10	Araştırmacı	0.408
11	BABS11	Araştırmacı	0.398
12	BABS12	TIPS II-29	0.720
13	BABS14	TIPS II-30	0.578
14	BABS17	Araştırmacı	0.383
15	BABS26	Araştırmacı	0.337
16	BABS13	TIPS II-35	0.540
17	BABS15	TIPS II-21	0.392
18	BABS16	Araştırmacı	0.306
19	BABS18	Araştırmacı	0.349
20	BABS19	TIPS II-5	0.377
21	BABS20	TIPS II-9	0.640
22	BABS21	TIPS II-25	0.549
23	BABS22	TIPS II-16	0.662
24	BABS23	TIPS II-1	0.723
25	BABS24	TIPS II-24	0.561
26	BABS25	Araştırmacı	0.560
27	BABS27	Araştırmacı	0.601

Adım 3. Ön deneme: Soruların hazırlanmasının ardından uygun bir önerme yazılarak hazırlanan test Trabzon ili merkez ilçesinde ortaöğretimlerine devam etmekte olan 100 lise 9-12. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Böylece, ölçeğin cevaplama süresi ve anlaşılabilirliği anlamında bir ön deneme yapılmış ve ölçeğin anlaşılabilir olduğu kanaatine varılmıştır. Ölçeğin cevaplanma süresi 40 dakika olarak tespit edilmiştir.

Adım 4. Geçerlilik Çalışması: BABS becerileri testinin geçerlik çalışması kapsam geçerliği ve yapı geçerliği olarak iki aşamada sınanmıştır. Kapsam geçerliği alan uzmanlarının

görüşleri alınarak sağlanmıştır. Ölçek iki alan uzmanı ve iki doktora öğrencisine incelenmiş ve alınan görüşler doğrultusunda testteki soruların gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Sonuçta, BABS becerileri testi sorularının öğrencilerin BABS becerilerini ölçmede yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

BABS becerileri testinin yapı geçerliği, ön denemede elde edilen verilere faktör analizi yapılarak sağlanmıştır. Öğrencilerin sorulara verdikleri doğru cevaplar 1 puan, yanlış cevaplar ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Faktör analizine geçilmeden önce ön deneme verilerinin faktör analizi yapmaya uygunluğu sınanmıştır.

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (K.M.O.) değeri, değişkenler tarafından oluşturulan ortak varyans miktarını bildirmektedir. Bu değerin 1.00'e yakın olması, verilerin faktör analizi için uygun olduğunu gösterirken; 0.50'nin altına düşmesi bu veriler ile faktör analizi yapmanın doğru olmayacağını bildirmektedir. Bartlett testi değeri ve onun anlamlılığı ise değişkenlerin birbirleri ile korelasyon gösterip göstermediklerini sınar. Elde edilen p değeri 0,10 veya daha üzerindeyse bu verilerle faktör analizi yapmanın uygun olmadığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2002).

Çalışmamızda Kaiser-Meyer-Olkin (K.M.O.) değerine bakıldığında, bu değerin ($0.579 > 0.50$) 0.50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum K.M.O. ölçütüne göre "iyi" olarak değerlendirebilir ve örnek büyüklüğünün yeterli olduğunu gösterir. Barlett testi ise 2227.403 ve $p=0.000$ şeklinde bulunmuştur. Buna göre Bartlett testinin sonucu 0,001 düzeyinde anlamlıdır ve korelasyon matrisi için faktör analizi yapmanın uygun olduğu söylenebilir (Tablo 22).

Tablo 22. KMO ve Barlett testi sonuçları

	Ki-kare Değeri	2227.403
Küresel Barlett testi	Serbestlik Derecesi	351
	Önem Düzeyi (p)	0.000
K.M.O		0.579

BABS becerileri testinin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla ön denemede elde edilen verilere Madde Kalan Testi (Item Rest Test) uygulanmıştır. Temel Bileşenler Analizi-TBA (Principal Component Analysis) uygulanan soruların bir faktör etrafında kalma dereceleri belirlenmiştir. Madde kalan testi uygulanarak ortaya çıkarılan faktör yük değerleri incelendiğinde 0.300'un altında olan madde bulunmadığı ve soruların tamamının BABS becerilerine hitap ettiği anlaşılmıştır. 27 soru toplam varyansın % 24.580'ini açıklamaktadır. Maddelerin faktör analizi sonuçları (maddelerin faktör yükleri) Tablo 25'de verilmiştir.

Adım 5. Güvenirlik çalışması: BABS becerileri testini oluşturan 27 sorudan elde edilen veriler kullanılarak hesaplanan Kuder-Richardson 21 (KR-21) formülü 0.823 olarak bulunmuştur. Bulunan güvenirlilik katsayısı testin araştırmada kullanılabilecek güvenirliliğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Geliştirme adımlarının tamamlanmasıyla BABS kazanımları ile birebir ilişkili maddelerden oluşan, 27 soru içeren, bilimsel araştırmalarda kullanılabilecek geçerlik ve güvenirliliğe sahip bilimsel süreç becerilerini ölçmek için kullanılabilir olan bir test elde edilmiştir. BABS becerileri testinin uygulamada kullanılan hali Ek 4'de sunulmuştur.

3.3.4. BTTÇ üzerine görüşler formu

Öğrencilerin biyoloji öğretim programında yer alan kazanımlara erişim düzeylerini belirlemek üzere Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından geliştirilen VOSTS (Views on Science-Technology-Society; Bilim-Teknoloji-Toplum üzerine görüşler) formu madde havuzundan seçilen maddelerden oluşan BTTÇ üzerine görüşler formu kullanılmıştır. VOSTS formu 6 yıl süren bir araştırma sonucunda lise öğrencilerinin katılımı ile geliştirilen 114 madde içermektedir. Formda yer alan maddeler BTTÇ konuları ile ilgili bir önerme ile başlamakta ve deneysel olarak farklı öğrenci görüşlerine yer verilerek oluşturulan seçenekler ile devam etmektedir. Deneysel olarak geliştirilmiş bir araç olması nedeniyle araştırmacı-öğrenci arasında doğabilecek dil farkının düşük seyredecek olması formun önemli avantajlarından birisidir. VOSTS formunun bilimin doğasını, bilimin teknoloji, toplum ve çevre ile ilişkisini değerlendiren geleneksel değerlendirme araçlarından farklı olmasının nedeninin gelişim süreçlerinden itibaren öğrenci görüşlerine değer vermesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Lederman, Wade ve Bell, 1998).

3.3.4.1. BTTÇ Üzerine Görüşler Formunun Hazırlanması

Çalışmada VOSTS formunun dokuz farklı kategorisine karşılık gelen yedi farklı kategoriden sorular seçilmiştir. Toplam 114 sorudan oluşan VOSTS soru havuzundan 33 madde belirlenerek çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir. Madde seçilimi aşamasında araştırmacı ve BTTÇ konularında ön bilgileri olan, iki fen eğitimi alan uzmanı ortaklaşa çalışmıştır. Soruların seçiminde 2008 biyoloji öğretim programında yer alan BTTÇ kazanımları ile birebir ilişkili olmaları, ölçekteki temsil yetenekleri ve Türk kültürüne uygunluk dikkate alınmıştır. Madde seçiminde VOSTS kategorileri değil madde bağlamının kazanımla ilişkisi gözetildiği için “bilim insanının karakteri” ve VOSTS yazarları tarafından ileride eklenmesi beklenen bir kategoriye ayrılan başlıklardan madde seçilmemiştir. Belirlenen 33 madde araştırmacı tarafından Türkçe'ye tercüme edilmiş ve

fen eğitimi alan uzmanı bir öğretim üyesi tarafından kelime seçimi ve dil yapısına uygunluğu bakımından kontrol edilmiştir. Böylece, biyoloji öğretim programı BTTÇ kazanımları doğrultusunda seçilen 33 madde ile BTTÇ üzerine görüşler formu hazırlanmıştır (Ek 5). Hazırlanan BTTÇ üzerine görüşler formunun pilot çalışma kapsamında Trabzon ili merkezinde öğrenimlerini sürdürmekte olan 100 lise öğrencisi tarafından doldurulması sağlanmıştır. Gerçekleştirilen pilot çalışma ile asıl uygulama öncesinde tercüme kalitesinin kontrol edilmesi sağlanmıştır. Öğrenciler 35-40 dakika içerisinde BTTÇ üzerine görüşler formunu tamamlayabilmiştir. Pilot uygulamada ifade edilen öğrenci görüşlerinin puanlanması sonucunda elde edilen veri setinin güvenilirliği 0.813 (Split Half) olarak hesaplanmıştır. Böylece, pilot uygulamadan elde edilen sonuçlar BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan maddelerin lise öğrencileri tarafından doğru bir biçimde anlaşıldığını ve asıl çalışma için uygun olduğunu göstermiştir. Formda yer alan ifadelerin anlaşılabilirliğini arttırmak üzere bir kaç ifade üzerinde dil bakımından yapılan düzeltmelerin ardından son halini alan BTTÇ üzerine görüşler formu uygulama öncesinde ve sonrasında örneklemin tamamına öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Formda yer alan maddeler ilişkili oldukları BTTÇ kazanımıyla birlikte Tablo 23’de gösterilmiştir.

Tablo 23. BTTÇ formunda yer alan maddeler ve ilgili oldukları BTTÇ kazanımları

Kategori	Kazanım-Madde No
Fen ve teknoloji	BTTÇ22-10411, BTTÇ5-10431
Toplumun fen ve teknolojiye etkisi	BTTÇ14-20111, BTTÇ1-20121, BTTÇ32-20211, BTTÇ8-20411
Fen ve teknolojinin topluma etkisi	BTTÇ25-40111, BTTÇ13-40141, BTTÇ27-40161, BTTÇ29-40211, BTTÇ23-40212, BTTÇ28-40215, BTTÇ26-40217, BTTÇ9-40413, BTTÇ11-40421, BTTÇ10-40451, BTTÇ18-40521, BTTÇ7-40711
Fen derslerinin topluma etkisi	BTTÇ33-50211
Bilimsel bilginin sosyal yapısı	BTTÇ2-70231, BTTÇ20-70611, BTTÇ21-70621, BTTÇ19-70711
Teknolojinin sosyal yapısı	BTTÇ17-80111, BTTÇ24-80112, BTTÇ31-80132, BTTÇ30-80211
Bilimsel bilginin doğası	BTTÇ15-90211, BTTÇ6-90411, BTTÇ4-90511, BTTÇ16-90621, BTTÇ3-90631, BTTÇ12-91111

3.3.4.4. BTTÇ Üzerine Görüşler Formundan Elde Edilen Verilerin Puanlanması

BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan maddeler bir kök ve farklı sayıda seçeneğe sahiptir. Seçenekler madde kökünde belirtilen duruma göre farklı görüşleri yansıttığından, seçeneklerin doğru ya da yanlış olarak adlandırılması uygun olmamaktadır. Bradford, Rubba ve Harknes (1995), çalışmalarında VOSTS formunda yer alan önermelere karşı ifade edilen farklı görüşleri gerçekçi, doğruluk payı olan ve naif görüşler olarak sınıflandırmıştır. Gerçekçi (G) görüşler belirli bir soru için en uygun ve bilimin doğası üzerine en çağdaş görüşü yansıtmaktadır. Doğruluk payı olan (D) görüşler içerisinde doğru noktalar barındıran ancak bilimin doğası bakımından gerçekçi olmayan görüşleri

yansıtmaktadır. Naif (N) görüşler uygun olmayan ve bilimin doğası bakımından geçerli olmayan görüşleri yansıtmaktadır. Benzer biçimde, BTTÇ üzerine görüşler formunun her bir maddesinin seçeneklerine ait sınıflandırma araştırmacı ve BTTÇ konularında ön bilgileri olan, iki fen eğitimi alan uzmanı tarafından yapılmıştır. Yapılan sınıflandırma doğrultusunda, çalışmada oluşturulan deney grupları ve kontrol grupları arasında BTTÇ görüşleri bakımından karşılaştırma yapılabilmesi için gerçekçi görüşler üç puan, doğruluk payı olan görüşler iki puan ve naif görüşler bir puan olacak biçimde puanlandırılmıştır. Madde sonlarında yer alan “Anlamadım”, “Bu konuda seçim yapılabilecek kadar bilgiye sahip değilim” ve “Bu seçeneklerin hiçbiri benim görüşüme uymuyor” ifadelerine puan verilmemiştir (Bradford ve diğ., 1995).

3.4. HBÜÜ Öğretim Materyalleri

HBÜÜ’nde yer alan kazanımlar hedef alınarak bir öğrenci ders rehber materyali, bir öğrenci çalışma kitabı, bilgisayarla öğretim etkinlikleri, yapısalci aktiviteler ve bazı aktivitelerde kullanılmak üzere çalışma yaprakları ile öğretmen rehber materyali öğretim materyalleri olarak geliştirilmiş ya da hazırlanmıştır.

3.4.1. Öğrenci Ders Rehber Materyalinin Hazırlanması

Öğrenci ders rehber materyalinin hazırlanması aşamasında öncelikli olarak HBÜÜ bilişsel kazanımları ve standartlar dikkate alınmıştır. HBÜÜ standartlarının öğretim programında mitoz, eşeysiz üreme, eşeyli üreme olmak üzere üç başlık altında düzenlenmesi nedeniyle biyoloji kitabı üç ana bölüme ayrılmıştır. Mitoz standardı altında yer alan olayların fazla olması nedeniyle üç alt bölüm altında derlenmesine karar verilmiştir. Daha sonra her bir standard altında yer alan kazanım ifadeleri ve açıklamalar ile bölümlerin konu sınırları çizilmiştir. İçerik sınırlarının belirlenmesinin ardından lise ve kolej biyoloji derslerinde kullanılan biyoloji ders kitapları incelenmiştir (Bernstein ve Bernstein, 1996; Biggs ve diğ., 2008; Campbell, Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky ve diğ., 2008; DeSalle ve Heithaus, 2008; Miller ve Levine, 2008; Nowicki, 2008; Raven, Johnson, Mason, Losos, Singer ve diğ., 2007; Schraer ve Stoltze, 1983; Solomon, Berg ve Martin, 2007; Starr ve Taggart, 1995). İncelenen kitaplar sadece içerik yönünden değil görsel sunum yönünden de dikkate alınmıştır. Sunum bakımından öğrenme döngüsünün giriş basamağına alt yapı oluşturması amacıyla her bölümün “Ne Öğreneceksiniz”, “Neden Önemli”, “Hatırlatma”, “Yeni Kavramlar”, “Ana Fikir” ve “Gerçek Yaşam Bağlantısı” kısımları ile başlaması düşünülmüştür. Ayrıca, bölüm sonuna “Bölüm Özeti” ve “Ana Fikri Anlama” kısımlarından oluşan “Değerlendirme” bölümü eklenmiştir. Daha sonra, belirlenen içerik bölüm içerisine

yerleştirilmiştir. İçeriği destekleyici biçimde görseller eklenmiştir. BTTÇ ve BABS kazanımlarını karşılayabilmek için “Çizim”, “Kelime Kökeni”, “Biyoloji Laboratuvarı” ve “Meslek Seçimi” kısımları yan notlar biçiminde kitap sayfalarına yerleştirilmiştir. Biyoloji kitabı, dil ve bilimsel içerik bakımından aksayan yönleri düzeltilerek uygulamaya hazır hale getirilmiştir (Ek 6).

3.4.2. Öğrenci Çalışma Rehber Materyalinin Hazırlanması

Derslerin işlenmesi sırasında önemli noktaların vurgulanması ve not alınmasını sağlamak amacıyla öğrenci çalışma kitabı hazırlanmıştır. Çalışma rehber materyali biyoloji rehber materyaline paralel olarak beş bölüm altında düzenlenmiştir. Her bölüme, KWL (ne biliyorum, ne bulmak istiyorum ve ne öğrendim) tekniği ile başlanmıştır. Biyoloji dergisi kısmında öğrencilere rehber bir soru etrafında öğrendiklerini özetlemeleri olanağı sunulmuştur. Kelime hatırlatma ve yeni kelimeler kısmında konuda geçen kavramların tanımları gözden geçirilmiş ve bir araya getirilmesi sağlanmıştır. Ayrıntılar kısmında konuda geçen anahtar kavramlar etrafında tanım yapma, açıklama, boşluk doldurma, eşleştirme ve kavram haritası teknikleri kullanılarak hazırlanmış bölümler sunulmuştur. Son olarak, bölümde öğrenilenlerin bir kaç kelime ile özetlenmesine olanak verecek özet kısmına yer verilmiştir. Tüm kısımların bir araya getirilmesi ile öğrenci çalışma kitabı kullanılmaya hazır hale getirilmiştir (Ek 7).

3.4.3. Yapısalci Aktivitelerin Geliştirilmesi ve Hazırlanması

Yapısalci aktiviteler hazırlanırken ilk olarak öğretim programının standard ve bilişsel kazanımları, bunlara bağlı İBTD, BABS ve BTTÇ kazanımları ile diğer uyarı ve açıklamalar dikkate alınarak kapsam sınırları belirlenmeye çalışılmıştır. Biyoloji kitabında yer alan beş bölüm için beş öğrenme döngüsü planlanmıştır. Her öğrenme döngüsünün giriş, keşfetme, açıklama, derinleşme ve değerlendirme basamakları için aktiviteler tasarlanmıştır. Ekinliklerin belirlenmesi amacıyla etkinlik geliştirmeye yönelik projeler incelenmiştir: Biological science curriculum studies (BSCS), OBIS (Outdoor Biology Instructional Strategies), SCIS/SCIS II/SCIIS/ SCIS 3 (Science Curriculum Improvement Study), USMES (Unified Science and Mathematics for Elementary Schools). İncelenen katalog ve modullerden HBÜÜ ile ilgili olanlar belirlenmiştir. Belirlenen etkinliklerin uygulamaları hakkında fikir edinebilmek için biyoloji alanında yayın yapan uygulamaya yönelik (practitioner) dergiler incelenmiştir: The American Biology Teacher, Journal of Biological Education, School Science Review. Böylece, çalışmada kullanılabilceği düşünülen aktivitelerden oluşan bir havuz oluşturulmuştur. Havuzda bulunan aktiviteler

araştırmacı ve fen öğretimi alanında uzman bir öğretim üyesi ile birlikte çalışmaya uygunluğu gözetilerek öğrenme döngüsünün ilgili basamaklarına atanmıştır. Etkinlik havuzunda bulunan etkinlikler ile doldurulamayan hücre döngüsünün kontrolü ve eşeysiz üreme döngülerinin açıklama basamakları rol yapma ve araştırma teknikleri kullanılarak geliştirilen aktiviteler ile tamamlanmıştır. Etkinlik listesi Tablo 24’de sunulmuştur.

Tablo 24. Deney gruplarında gerçekleşen yapılandırmacı aktiviteler

Öğrenme Döngüsü	Basamak	Etkinlik
Hücrelerde büyüme	Giriş	Ana Fikir: Bölüm 1.1
	Keşfetme	Sağlıklı Hücreler Nereden Gelir?
	Açıklama	Tatlı Hücreler
	Derinleşme	Hücreler Neden Bölünür?
	Değerlendirme	Bölüm Sonu Değerlendirme
Hücre döngüsü	Giriş	Ana Fikir: Bölüm 1.2
	Keşfetme	Hücre Döngüsü Aşamaları Ne Kadar Sürer
	Açıklama	Çorapozom
	Derinleşme	Mitoz Drama
	Değerlendirme	Bölüm Sonu Değerlendirme
Hücre döngüsünün kontrolü	Giriş	Ana Fikir: Bölüm 1.3
	Keşfetme	Poster: Kanser
	Açıklama	Kontrol Noktası
	Derinleşme	Güneş Kremlerini Karşılaştıralım
	Değerlendirme	Bölüm Sonu Değerlendirme
Eşeysiz üreme	Giriş	Ana Fikir: Bölüm 2
	Keşfetme	Maya Nasıl Çoğalır
	Açıklama	Kitap Kurdu
	Derinleşme	Bitki Çoğaltalım
	Değerlendirme	Bölüm Sonu Değerlendirme
Mayoz ve eşeyli üreme	Giriş	Ana Fikir: Bölüm 3
	Keşfetme	Polenler Nasıl Oluşur?
	Açıklama	Tel-Kromozom
	Derinleşme	Mayoz Modeli Yapalım
	Değerlendirme	Bölüm Sonu Değerlendirme

3.4.4. Bilgisayarla Öğretim Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Hazırlanması

Bilgisayar destekli etkinlikler hazırlanırken ilk olarak öğretim programının standart ve bilişsel kazanımları, bunlara bağlı İBTĐ, BABS ve BTTÇ kazanımları ile diğer uyarı ve açıklamalar dikkate alınarak yazılımların kapsam sınırları belirlenmeye çalışılmıştır. Biyoloji kitabında yer alan beş bölüm için beş öğrenme döngüsü planlanmıştır. Her öğrenme döngüsünün giriş, keşfetme, açıklama, derinleşme ve değerlendirme basamakları için yazılım tasarlanması yoluna gidilmiştir. Yazılımlar için gerekli olan öğretim nesneleri ile ilgili ihtiyacın karşılanabilmesi ve örnekler alınabilmesi için Apple Learning Interchange: Learning Resources, Careo, European Knowledge Pool System (ARIADNE), Co-Operative Learning Object Exchange, Digital Library for Earth System

Education (DLESE), Education Network Australia (EdNa), Educational Object Economy (EOE), Learning Objects: Java Applet Library, Gateway to Educational Materials (GEM) Project, Merlot, OpenCourseWare (Massachusetts Institute of Technology), Wisconsin Online Resource Center: Wisc-Online Learning Object Project, Splash, Educational Software Components of Tomorrow (ESCOT) nesne ambarları taranarak HBÜÜ ile ilgili olanlar belirlenmiştir. Ek olarak, uluslararası düzeyde yüksek satış oranına sahip Pearson Education, McGraw Hill, Houghton Mifflin Harcourt ve Kendal/Hunt yayıncı kuruluşlarının (Chiappetta ve Fillman, 2007) üretmiş olduğu lise, kolej ve ortaokul biyoloji kitaplarının öğretimi destekleyici ekleri incelenmiştir. Belirlenen ve çalışmada kullanılabilceği düşünülen bilgisayarla öğretim nesnelerinden oluşan bir havuz oluşturulmuştur. Öğretim nesnesi havuzunun oluşturulmasının ardından, çalışmada yapılması planlanan yapılandırmacı aktivitelere paralellik ilkesi göz önünde bulundurularak HBÜÜ'nin öğrenme döngülerinin her bir basamağında yürütülecek yazılımlar kâğıt üzerinde tanımlanmıştır. Tanımlanan bilgisayarla öğretim etkinliklerin listesi Tablo 25'de sunulmuştur.

Tablo 25. Deney gruplarında gerçekleşen bilgisayarla öğretim etkinlikleri

Öğrenme Döngüsü	Basamak	Etkinlik
Hücrelerde büyüme	Giriş	Neden Bölünür?
	Keşfetme	Değişik Mikroskoplarla Hücreler
	Açıklama	Yüzey Alanı ve Hacim
	Derinleşme	Büyük mü Büyük? Küçük mü Büyük?
	Değerlendirme	Etkinlik Merkezi
Hücre döngüsü	Giriş	Büyüme ve İyileşme
	Keşfetme	Mikroskop: Soğan Kök Ucu
	Açıklama	Görsel Laboratuvar: Mikroskop
	Derinleşme	Görsel Laboratuvar: Mikroskop
	Değerlendirme	Etkinlik Merkezi
Hücre döngüsünün kontrolü	Giriş	Kontrol Dışı
	Keşfetme	Görsel Laboratuvar: Slayt Makinası
	Açıklama	Hücre Döngüsünün Kontrolü
	Derinleşme	Hücre Yöneticiliği
	Değerlendirme	Etkinlik Merkezi
Eşeysiz üreme	Giriş	Tıpa Tıp Aynı
	Keşfetme	Mikroskop: Mayalar
	Açıklama	Eşeysiz Üreme
	Derinleşme	Aşılama
	Değerlendirme	Etkinlik Merkezi
Mayoz ve eşeyli üreme	Giriş	Farklıyız
	Keşfetme	Mikroskop: İris Anteri
	Açıklama	Mayoz
	Derinleşme	Mayoz ve Ötesi
	Değerlendirme	Etkinlik Merkezi

Tanımlanan yazılımların öğrenme döngüsü basamaklarının gereklerine uygun olarak çalışabilmeleri için Türkçe'ye tercüme edilmeleri, seslendirilmeleri, kesilmeleri, birden fazla öğretim nesnesinin ya da yazılımın bir araya gelerek uyumlu bir biçimde çalışmasına ihtiyaç duyulmuştur. Yazılımlarda kullanılan metinler mümkün oldukça biyoloji kitabından aynen veya sadeleştirilerek alınmaya çalışılmıştır. Yazılı metinlerin araştırmacı tarafından seslendirilmesi ile ses nesneleri elde edilmiştir. Yazılımlarda kullanılan görsel öğeler çalışmada kullanılabilmesi için işleminden geçirilerek uygun formata sokulmuştur. Böylece hazırlanan, yazılı metinler, görsel öğeler ve sesler bir araya getirilerek SWF (Small Web Format) formatında hazırlanmış çoklu ortam yazılımları elde edilmiştir. Yazılımların hazırlanmasında kullanılan programlar Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26. Bilgisayar destekli etkinliklerin hazırlanmasında kullanılan yazılımlar

Yazılım	Kullanım amacı
Adobe Flash Pro. CS5	Çoklu ortam hazırlanması ve düzenlenmesi
Allok Audio Converter	Ses dosyalarının bir uzantıdan diğerine dönüştürülmesi
Absolute Sound Recorder	Ses dosyalarının oluşturulması ve kayıt edilmesi
Ulead Video Studio	Video dosyalarının düzenlenmesi
Corel Draw	Görsel dosyaların hazırlanması veya düzenlenmesi
Photo Shop	Görsel dosyaların hazırlanması veya düzenlenmesi
Ulead GIF Animator	Hareketli görsel oluşturulması ya da düzenlenmesi
Total Video Converter	Video dosyalarının bir uzantıdan diğerine dönüştürülmesi

3.4.5. Öğretmen Rehber Materyalinin Geliştirilmesi

HBÜÜ yapısalıcı aktiviteleri ve bilgisayar destekli etkinliklerinin sınıflarda uygulayıcısı olan öğretmene yönelik bir rehber materyal geliştirilmiştir (Ek 8). Öğretmen rehber materyali haftalık ders planı biçiminde hazırlanmıştır. Öncelikle, rehber materyalde ünite ve kazanımlar sıralanmıştır. Bölümde kullanılacak teknikler ve materyaller sıralanmıştır. Biyoloji kitabında yer verilen her bir bölüm için tasarlanan bir öğrenme döngüsünün basamaklarında uygulanacak olan öğretim faaliyetleri ve uygulamada rehber olacak kısa tanımları tablolar halinde sunulmuştur. Uygulamalar sırasında yapılacak olan öğretim faaliyetleri uygulama öğretmenine öğretmen rehber materyali üzerinden araştırmacı tarafından anlatılmıştır.

3.4.6. Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi

Keşfetme ve derinleşme basamaklarında gerçekleştirilen yapısalıcı aktivitelere rehberlik etmesi amacıyla çalışma yaprakları geliştirilmiştir (Ek 9). Çalışma yaprakları aktivitelerde adım adım ya da sırayla takip edilmesi gereken adımlar olduğunda öğrencilerin düzenli bir biçimde aktiviteleri yerine getirmesini sağlamak ve eğer gerekiyorsa not tutmalarını

sağlamak üzere tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında deney, rol yapma ve model hazırlama aktivitelerine yönelik olarak geliştirilen çalışma yaprakları uygulamalar sırasında öğrencilere verilmiştir.

Hazırlanan öğretim materyalleri uygulamalarda kullanılmadan önce fen alanında uzman bir öğretim üyesi ve araştırmacı tarafından gözden geçirilmiştir. HBÜÜ kazanımları ile uyumluluk, öğrenci seviyesine uygunluk, bilimsel geçerlik bakımlarından değerlendirmeler yapılmıştır. İlk gözden geçirmelerin ardından biyoloji kitabı ve çalışma kitabının dil ve anlatım özellikleri bakımından daha sade ve akıcı bir sunuma kavuşturulması ile ilgili değişiklikler yapılmıştır. Yapılan değişikliklerin ardından öğretim materyalleri uygulamalarda kullanılmak üzere çoğaltılarak hazır hale getirilmiştir.

3.5. Pilot Uygulama

Geliştirilen biyoloji kitabı, biyoloji çalışma kitabı, yapısalci aktiviteler ve bilgisayar destekli etkinliklerin işlerliğini araştırmak amacı ile pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamalar, 2010-2011 öğretim yılı Eylül-Ekim aylarında Affan Kitapçioğlu Lisesi 10A sınıfı (N=30) öğrencileri ile yapılmıştır. Pilot uygulamalar, laboratuvar uygulamaları adı altında okulun biyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Pilot uygulamalar öncesinde pilot uygulama yapan biyoloji öğretmeni çalışma için hazırlanan HBÜÜ yapısalci ve bilgisayar destekli öğretim faaliyetlerinin nasıl yürütüleceği konusunda bilgilendirilmiştir. Yapısalci aktiviteler biyoloji laboratuvar aktivitesi olarak yürütülmüş, bilgisayar destekli etkinlikler ise daha çok küçük bir projeksiyondan yansıtılan görüntü eşliğinde bilgisayar destekli yaklaşım benimsenerek yürütülmüştür. Pilot uygulamayı yapan öğretmen ile her ders saati öncesinde ve sonrasında görüşmeler yapılarak materyal ile ilgili gördüğü eksikler, uygulamada yaşadığı sıkıntılar, materyallerin öğrenci seviyesine uygunluğu, anlaşılabilirliği, tartışılmış ve asıl uygulama için notlar alınmıştır. Pilot uygulama sonunda öğretim materyalleri ile ilgili şu düzenlemeler yapılmıştır:

- Uygulama öğretmenine çalışmada yürütülecek öğretim faaliyetlerinin araştırmacı tarafından anlatılmasına yardımcı olacak ve öğretmene uygulamalar sırasında yol gösterecek ders planı tarzında hazırlanmış bir öğretmen rehber materyali geliştirilmiştir.
- Öğrencilerin keşfetme ve açıklama basamaklarında yürütülen yapısalci aktiviteleri düzenli bir biçimde adım adım yürütebilmesini sağlamak amacıyla çalışma yapraklarına gereksinim olduğu anlaşılmıştır. Bu doğrultuda, asıl uygulama için aktivitelerin nasıl yürütüleceğini açıklayan, üzerinde not almaya dönük boşluklar bulunan çalışma yaprakları hazırlanmıştır.

- Biyoloji kitabı ve biyoloji çalışma kitabında bazı terim ve kavramlar yurt dışı alan yazın ile uyumlu olarak verilmiştir. Bu nedenle öğretmen ve öğrencilerin alıştıkları alan yazın ile uyum sağlanabilmesi açısından biyoloji kitabı ve çalışma kitabı dill ve anlatım yönünden gözden geçirilmelidir.
- Yapısalci aktivitelerin gerçekleştirilmesi için gerekli olan malzemelerin temininde sıkıntı yaşanmıştır. Özellikle güneş kremleri ile ilgili aktivitede kullanılacak olan güneşe duyarlı kâğıdın temini pilot uygulamada mümkün olmamıştır. Bu nedenle asıl uygulama için düzenlenecek aktiviteler için gerekli malzemelerin konulduğu bir aktivite kiti hazırlanmıştır.
- Uzman daveti etkinliğine katılacak gönüllü uzman bulunamadığı için etkinlik yürütülememiştir. Bu nedenle, asıl uygulamada sıkıntı yaşanabileceği düşünülen aktiviteler için alternatif etkilikler planlanmıştır. Öğrencilerin mitozda rol yapma etkinliğine katılmaya istekli olmaması durumuna karşı model oluşturma, güneş kremi yerine poster hazırlama etkinlikleri öğretmen rehber materyaline dahil edilmiştir.
- Bilgisayar destekli etkinliklerde kullanılması düşünülen yazılımlardan bazılarında, açılan sayfadaki sesin tamamlanması beklenmeden ilerle butonuna basılması durumunda önceki sayfadaki ses kapanmadan yeni açılan sayfadaki ses dosyası da çalmaya başlamaktadır. Ses dosyalarındaki teknik aksaklık asıl uygulamaya kadar yazılım kodlarında gerekli düzenlemeler yapılarak giderilmeye çalışılmıştır.

Yukarıda belirtilen eksiklikler giderilerek alınarak hazırlanan öğretim materyalleri böylece asıl uygulama için hazır hale getirilmiştir.

3.6. Asıl Uygulama

Asıl uygulamalar, 2010-2011 öğretim yılı güz ve bahar döneminde (Aralık–Mart) Trabzon ili Trabzon Lisesinde yürütülmüştür. Asıl uygulamada, onuncu sınıf biyoloj öğretim programı doğrultusunda HBÜÜ öğretimine yönelik olarak tasarlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayar destekli etkinliklerin geleneksel yöntemle oranla öğrencilerin öğretim programı kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Uygulamalara 10A sınıfında öğrenim gören 28, 10B sınıfında öğrenim gören 29 ve 10D sınıfında öğrenim gören 28, toplam 85 öğrenci katılmıştır. Rasgele yöntemle 10A sınıfı yapısalci öğrenme aktivitelerinin yürütüldüğü birinci deney grubu (DG1), 10B sınıfı bilgisayar destekli etkinliklerin yürütüldüğü ikinci deney grubu (DG2) ve son olarak 10D sınıfı geleneksel öğretimin hâkim olduğu karşılaştırma grubu (KG) olarak belirlenmiştir. HBÜÜ işlenmeden iki hafta önce çalışmanın veri toplama araçları, yani HBÜÜ başarı testi, HBÜÜ kavram testi, İBTD ölçeği, BABS becerileri testi ve BTTÇ üzerine görüşler formu öntest olarak

örnekleme uygulanmıştır. HBÜÜ öğretimine yönelik uygulamalar 10 haftalık bir zaman diliminde toplam 20 ders saati boyunca devam etmiştir. DG1 grubu öğrencilerine yapısalci aktiviteleri yerine getirebilmeleri için gerekli olan öğrenci ders rehber materyali, öğrenci çalışma rehber materyali uygulamalardan bir hafta önce verilmiş, öğrencilerin aktiviteler sırasında ihtiyaç duyacakları materyaller ve çalışma yaprakları aktivite yapılırken sunulmuştur. DG2 grubu öğrencileri biyoloji kitabı ve biyoloji çalışma kitaplarının yanı sıra HBÜÜ için hazırlanan yazılımları kullanarak bilgisayar destekli etkinlikleri yerine getirmiştir. Son olarak, KG öğrencileri alışık oldukları biçimde bakanlık tarafından kendilerine sağlanan biyoloji ders kitabını (Ercan Akkaya ve diğ., 2009) kullanmaya devam etmişlerdir. Asıl uygulamalara başlamadan önce uygulama öğretmeni ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde ilk olarak 2008 biyoloji öğretim programının yapısı, özellikleri ve getirdiği yenilikler konuşulmuştur. Ardından araştırmacı yürütmek istediği çalışmayı tanıtmıştır. DG1 ve DG2 öğretim faaliyetleri süresince öğretmenin nasıl davranması gerektiği, faaliyetlerin nasıl yürütülmesi gerektiği ve önemli noktaların neler olduğu öğretmen rehber materyali üzerinden tartışılmıştır. İncelemesi için, biyoloji kitabı, biyoloji çalışma kitabı, öğretmen rehber materyali ve bilgisayar destekli öğretim için geliştirilen eğitsel yazılımların yer aldığı bir CD öğretmene teslim edilmiştir. Ayrıca, yapısalci uygulamalar için gereksinim duyulacak olan kağıt, karton ya da yapıştırıcı gibi basit kırtasiye malzemeleri ile agar tozu, maya tozu gibi deney malzemelerin konulduğu bir kutu aktivite kiti olarak uygulama öğretmene teslim edilmiştir. Araştırmacı, DG1 ve DG2 öğrencileri ile uygulamaların gerçekleştirileceği saatlerde okulda bulunarak hem öğretmenin o gün yapılacaklarla ilgili sorularını cevaplandırmış hem de uygulamaları bizzat gözlemlemiş gerekli yerlerde öğretmene yardımcı olmaya çalışmıştır. Uygulamaların bitiminden iki hafta sonra çalışmanın veri toplama araçları bu kez sontest olarak örnekleme uygulanmıştır. Asıl uygulama gruplarında dersin işlenişi ile ilgili detaylar gruplar bazında ele alınmıştır.

3.6.1. Yapısalci Öğretim Grubu Uygulamaları

Yapısalci öğretim uygulamaları uygulama okulunun biyoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Biyoloji laboratuvarında öğrencilerin oturma düzeni U biçiminde tasarlanmıştır. U düzeninin kapalı ucunda laboratuvar malzemelerinin yerleştirildiği dolaplar bulunmaktadır. Laboratuvarda öğrencilerin kullanabileceği 15 adet mikroskop yerleştirilmiştir. U düzeninin açık ucunda öğretmen masası, bir bilgisayar, projeksiyon cihazı ve bir mikroskopa bağlı döküman kamerası bulunmaktadır. Laboratuvarın U düzeninde olması orta kısımda rahat hareket edilebilecek geniş bir alan sunmaktadır.

Yapısalıcı öğretim grubunda öğretmen rehber materyalinde öğrenme döngüsünün basamaklarına uygun olarak sıralanan yapısalıcı aktiviteler gerçekleştirilmiştir. Giriş basamağındaki etkinlikler öğrenci ders rehber materyalindeki ilgili kısımlar gözden geçirilerek “gerçek hayat bağlantısı” bölümündeki sorular üzerinden hareket edilmiştir. Keşfetme, açıklama ve derinleşme basamaklarında uygulanması önerilen gösteri, deney, rol yapma ve model oluşturma aktiviteleri uygulama okulunun biyoloji laboratuvarı olanakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların tüm öğrencilerin katılımıyla gerçekleştirilmesine özen gösterilmiştir. Rol yapma aktivitelerinde laboratuvarın orta kısmı sahne gibi kullanılmıştır. Mikroskop kullanımında iki öğrencinin birlikte çalışması sağlanmış, öğrencilerin nasıl görüntü bulacakları ya da hangi görüntüye odaklanmaları olmaları gerektiği öğretmen mikroskobundan projeksiyon görüntüsü olarak yansıtılmıştır. Değerlendirme basamağı için öğrenci ders rehber materyalinde yer alan bölüm sonu değerlendirme kısmı kullanılmıştır. Geliştirilen ya da hazırlanan aktivitelerin tanıtımları ilgili oldukları öğretim döngüsü basamağına uygun olarak aşağıda açıklanmıştır.

3.6.1.1. Giriş Basamağı Aktiviteleri

Yapısalıcı giriş aktivitelerine biyoloji kitabında her bölümün başlangıcında bulunan “Ne Öğreneceksiz!”, “Neden Önemli!”, “Hatırlatma” ve “Ana Fikir” kısımları ile başlanır. Bu basamakta öğrencilere bölümde işlenecek konu ile ilgili olarak genel bir betimleme yapıldıktan sonra “Ana Fikir” kısmındaki örnek durum üzerinde tartışma başlatılır. Tartışma esnasında öğrencilerin ön bilgilerinin belirlenmesi, eksiklerinin farkına varılması ve düzeltmeleri sağlanır.

3.6.1.2. Keşfetme Basamağı Aktiviteleri

HBÜÜ’ne konu edilen biyolojik olaylar daha çok hücresel düzeyde gerçekleştiğinden yapısalıcı keşfetme basamağı aktiviteleri hücresel düzeyde gözlem yapılmasına olanak sağlayan mikroskop temelli aktiviteler ekseninde planlanmıştır. Öncelikli olarak elde edilebiliyorsa canlı olarak gözlemlemeye olanak veren geçici preparatlar hazırlanarak, preparat hazırlamanın zor olduğu durumlarda ise hazır preparatlar devreye sokularak aktiviteler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Hazır preparat bulmanın olanaklı olmadığı durumlarda ise poster hazırlama yoluna gidilmiştir.

Sağlıklı Hücreler Nereden Gelir?: Farklı büyüklük ve özelliklere sahip olan hücrelerin diğer hücrelerden köken aldıkları teorisinden hareketle hazırlanmıştır (Barrett, 1984; Lewis, 1972). Öğrencilerin kendilerine verilen hazır preparatları kullanarak farklı büyüklük ve şekildeki hücreleri mikroskop altında incelemeleri ve hücrelerin büyüklük ve şekillerinin

neden farklı olduğu üzerine düşünmeleri sağlanır. Tüm canlıların hücrelerden oluştuğu, çok hücreli organizmalarda gerçekleşen büyüme ve rejenerasyon yani iyileşme olaylarının gerçekleşebilmesi için yeni hücelere ihtiyacı olduğu vurgulanır. Sağlıklı hücrelerin yaşamsal canlılık işlevlerini yerine getirdiği ve daha fazla hücre meydana getirme özelliğine sahip olduğu vurgulanır.

Hücre Döngüsünün Hangi Aşaması Ne Kadar Sürer?: Bitki dokusunda mitoz bölünmelerin yoğunlukla yaşandığı kök hücrelerinin incelenmesi ve hücrelerin bulundukları hücre döngüsü aşamasının teşhis edilmesi aktivitesidir (Cole ve Mertens, 1966; Cordero ve Szewczak, 1994; Miller, 1961; Rizza, 1969; Sundberg, 1981; Torrey, 1963). Soğan kökünden kesitler alınarak hazırlanmış hazır preparatların mikroskop altında incelenmesi sağlanır. Öğrencilere mikroskop altındaki soğan kök hücrelerinin farklı renkte boyanmış olan çekirdek ve kromozomlara dikkat edilmesi gerektiği belirtilir. Değişik hücrelerde kromozomların değişik görünümde olduğuna dikkat çekilerek mitozla bağlantı kurmaları sağlanır. Ders kitaplarındaki farklı evrelere ilişkin şekillerle bağlantı kurmaları istenir. Deneye ilişkin hazırlanan çalışma yaprağı takip edilerek ilgili boşlukların öğrenciler tarafından doldurulup doldurulmadığı kontrol edilir.

Kanser Poster: Kanser kavramını yapılandırmaya yönelik olarak kanserli ve normal dokulara ait mikroskop görüntülerinin poster halinde sunulmasına dayalı aktivitedir (Newbrey ve Baltezone, 2006). Öğrencilere önce kanserli bir organla normal bir organın posterleri gösterilir. Normal ve kanserli dokular arasında ne gibi farklılıklar olduğu sorulur. Öğrencilerin daha koyu renkte boyanmış, üst üste yığılmış kanserli hücrelerin nasıl ortaya çıkmış olabileceği üzerine düşünmeleri istenir.

Maya Nasıl Çoğalır?: Tomurcuklanma yoluyla eşeysiz olarak çoğalan *S. cerevisiae* hücrelerinin mikroskop altında incelenmesine dayalı aktivitedir (Manney ve Manney, 1992; McMenamin, 1948; Davis, 1998). Öğrencilere toz maya, şeker ve sudan oluşan bir karışım hazırlatılır. Damlalık kullanılarak çözeltiden bir damla alınarak preparat hazırlanır. Hazırlanan preparat mikroskopta incelenerek tomurcuklanan hücrelerin görülmesi istenir.

Polenler Nasıl Oluşur?: Polen kesesinde polen oluşumu aşamalarında olan hücrelerin mikroskop altında incelenmesine dayalı aktivitedir (Barnett ve Hey, 1955; Braselton, 1997; Hammersmith ve Mertens, 1997; Low, 1966). Zambak anterlerinden hazırlanan hazır preparatlar mikroskop altında incelenir. Değişik hücrelerde kromozomların değişik görünümde olduğuna dikkat çekilerek ders kitaplarındaki mayozun farklı evrelere ilişkin şekillerle bağlantı kurmaları istenir. Deneye ilişkin hazırlanan çalışma yaprağı takip edilerek ilgili boşlukların öğrenciler tarafından doldurulması sağlanır.

3.6.1.3. Açıklama Basamağı Aktiviteleri

Hücresel düzeyde gerçekleşen olayların konu edildiği içerik nedeniyle açıklama basamağında daha çok benzeşime dayalı aktivitelere yer verilmiştir. Basit ve kullanışlı malzemeler kullanılarak hücre de hücre bölünmeleri sırasında gerçekleşen olaylar açıklanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, rol yapma ve araştırmaya dayalı etkinliklere de yer verilmiştir.

Şeker Hücreler: Yüzey alanı hacim oranının hücre için ifade etmekte olduğu anlamın açıklanmasına yönelik aktivitedir (Oakley, 2008; Flannery, 1989). Üç farklı büyüklükte (küçük, orta ve büyük) kek kaplarından biri alınır ve içlerine birer kaşık bonibon konur. Öğrenciler üçlü gruplara ayrılır ve her bir gruba bir set verilir. Öğrencilere hangi kapta yüzey alanı-hacim oranının daha yüksek olduğu ile ilgili soruların yanı sıra hücre büyüklüğü ve difüzyon kapasitesi üzerine yönlendirici sorular yönlendirilir.

Çorapozom: Mitoz geçirmekte olan hücrede kromozomların uğradıkları değişimlerin çorap çiftleri kullanılarak gösterildiği aktivitedir (Oakley, 1994; Stavroulakis, 2005; Chinnici, Neth ve Sherman, 2006). Birbirinden farklı renk ve büyüklükte çorap çiftleri ve dosya klipsleri kullanılarak mitoz süresince kromozomların nasıl kromatin iplik ya da kromozom halini aldıkları ve mitozun değişik aşamalarındaki hareketleri gösterilir. Çoraplar birbiri içine katlanarak eşlenmiş halde çekirdekte duran kromozomlarla analogi kurulur. Daha sonra mitozun başlaması ile kromatin çorapozomlar açılır ve topuk kısımlarında klipslenerek kromozom halini alırlar. Metafaz aşamasında ekvator da dizilirler. Anafazda kardeş çorapozomlar birbirinden ayrılır. Telofazda çorapozomlar yavaş yavaş katlanmaya başlar ve tekrar katlanarak interfaz aşamasına dönerler.

Kontrol Noktaları: Hücre döngüsünün düzenlenmesini konu edinen rol-yapma aktivitesidir. Öğrenciler arasından 6 gönüllü öğrenci seçilir. G1, S, G2 ve M yazılı kâğıtları kendi üzerlerine yapıştırmaları ve hücre döngüsü kontrol noktaları olmaları istenir. Bu dört öğrenci hücre döngüsünde yer aldıkları sırayı koruyarak geniş bir çemer oluştururlar. Öğrencilerden biri G1 aşamasından hücre döngüsüne başlar. Üzerinde G1 yazılı yazılı öğrenci hücrenin yeterince büyüüp büyümediğini kontrol eder. Hücre kontrolden geçebilirse S kontrol noktasına gelir. Gelirken bir öğrenci arkadaşını da eşlenmiş kromatin iplikleri temsilen yanına alır. S kontrol noktası eşlenmeyi kontrol eder. Bir sonraki kontrol noktası olan G2, mitoz başlamadan önce hücrenin gerekli hazırlıkları yapıp yapmadığını kontrol eder. Son olarak, M kontrol noktasında iğ ipliklerinin oluşumu kontrol edilir ve böylece denetim noktalarını bir bir geçen hücre iki yeni hücre haline gelmeye çalışır.

Kitap Kurdu: Bir konu ile ilgili araştırma yapılması, yapılan araştırma sonuçlarının paylaşılması ve paylaşımın kontrol edilmesine dayalı aktivitedir. Öğrencilere üzerinde

eşeysiz üreme çeşitlerinin yazılı olduğu bir liste verilir. Listeden kendilerine en ilginç gelen başlığı biyoloji kitaplarında bulmaları ve okumaları istenir. Daha sonra, okuduklarından anladıklarını sıra arkadaşına özetlemeleri beklenir. Anlattığı ve dinlediği başlıkları liste üzerinde işaretler. Öğrenciler aktiviteyi tamamlamak için listede yer alan başlığı hem dinlemeli hem de anlatmalıdır.

Tel-Kromozom: Mayoz bölünme sırasında gerçekleşen olayları ve kromozom değişimlerini açıklamaya yönelik aktivitedir. Mayoz bölünme sırasında özellikle profaz I aşamasında meydana gelen sinapsis, tetrat ve crossing over gibi olaylar çubuk, karton, parmaklar ya da eğilip bükülebilir sarılabılır bir elektrik teli kullanılarak gösterilebilir (Schanker, 1999; Mickle, 1990; Ward, 1988). Elektrik telleri 10 cm boyunda kesilir. Bu telleriyle sentez aşamasında eşlenmiş kromatin ipliklere benzemektedir. Teller tam koparılmadan orta bölgelerine kadar sıyırılır. Böylece iki kardeş kromatidden oluşan bir kromozomu temsil edebilirler. İki kromozom bir araya gelerek tetrat oluşturur. Teller biraraya gelme esnasında birbirine sarılır. Sarılma sayesinde sinapsisler yapan tel-kromozomlar karşılıklı parça değişimleri yani crossing overlar olur. Daha sonra mayozun aşamalarına uygun olarak mayoz I'de homolog tel-kromozomlar, mayoz II'de ise kardeş tel-kromatidler birbirinden ayrılır. Farklı renkte teller kullanılması ve öğrencilerinde kendilerine sunulan tellerle öğretmenin yaptıklarını tekrarlaması beklenir.

3.6.1.4. Derinleşme Basamağı Aktiviteleri

Öğrencilere açıklanan kavramların uygulamasına olanak vermek üzere deney, rol yapma ve model oluşturma tekniklerine dayalı aktiviteleri yürütülmüştür.

Hücreler Neden Bölünür?: Hücre büyüklüğünün bir ifadesi olan yüzey alanı-hacim oranının hücre bölünmesiyle olan ilişkisinin gösterildiği laboratuvar aktivitesidir (Cohen, Moreh ve Chayoth, 1999; Stanek, 1983). Öğrencilerin üç değişik büyüklükte fenolfitaleynli agar blok almaları ve 10 dk süre ile NaOH'lı çözeltide bekleterek sıvının agar bloklarda nereye kadar ilerlediğini belirlemleri istenir. Renk değişimine göre beliren ilerleme miktarına göre hücrenin hangi boyutta olmasının daha avantajlı olduğuna karar verilir.

Mitoz Konulu Drama: Öğrencilerin kromozom, hücre zarı ya da çekirdek zarı gibi roller üstlenerek hücrenin hayat döngüsünde gerçekleşen olayları canlandırmasına dayalı aktivitedir (Chinnici, Yue ve Torres, 2004; Wyn ve Stegink, 2000). Öğrenciler arasından dört kişilik bir grup seçilir. Seçilen gruptan $2n=2$ kromozomlu bir hücrenin kromozomlarının bir hücre döngüsü boyunca nasıl görüldüğünü drama yaparak göstermeleri istenir. Öğrenciler, interfazda kromatin ipliği olabilir, kromatin iplikler eşlenebilir, kısalıp kalınlaşarak kromozom olabilir, ekvator düzleminde dizilebilir, kardeş kromatidler birbirinden ayrılabilir ve mitozun sonuna doğru tekrar kromatin iplik halini alabilir.

Güneş Kremlerini Karşılaştıralım: Ultraviyole (UV) ışınlarının etkisini göstererek hücre döngüsü üzerine yapabileceği etkiler konusunda farkındalık oluşturulmasına dayalı aktivitedir (Anastasiou, 1991). Aktivite, soru formatında 2006 PISA sınavında yer almıştır (Baldi, Jin, Skemer, Green ve Herget, 2007). Öğrenciler gruplara ayrılır. Her gruba üç farklı güneş kremi, ZnO₂ çözeltisi, asetat kâğıdı, güneşe duyarlı kâğıt verilerek hangi kremin daha fazla güneş ışığından koruduğu ve kansere neden olan UV ışınlarının ne derecede önlendiği belirlenir.

Bitki Çoğaltalım: Kesilen bitki parçalarının eksik kısımlarını tamamlayarak yeni bir bitki oluşturmasının sağlanmasına dayalı aktivitedir (Hibbs ve Yokum, 1976; Pietrafacc, 1988; Pietropaolo, 1981). Öğrenciler gruplara ayrılır. Her gruba bir kaç plastik kap, makas ve saksı toprağı verilir. Yaprak güzeli bitkisinin uygun olan dallarından 3-4 yaprak üstte kalacak biçimde kesim yapmaları ve plastik kaplara ekmeleri istenir. Ektikleri bitki parçalarının büyümesini gözlemlemeleri beklenir.

Mayoz Modeli Yapalım: Basit kırtasiye malzemeleri kullanarak mayoz bölünmeleri aşamalarının modellenmesine dayalı aktivitedir (Levy ve Benner, 1995; Mathis, 1979; Clark ve Mathis, 2000; Kindfield, 1994; Stevenson, 1965; Hoger, 1956; Hawk ve Crowder, 1976). Sınıf 2-3'lü küçük gruplara ayrılır. Öğrencilere karton, renkli kâğıt, iğne, ataç, yapıştırıcı veya renkli kalemler gibi çeşitli kırtasiye malzemeleri verilir. Gruplardan ellerindeki malzemeleri kullanarak mayozda gerçekleşen olaylara ilişkin modeller oluşturmaları istenir. Öğrencilerden hazırladıkları modelleri kullanarak sınıfa mayozun nasıl gerçekleştiğini anlatmaları beklenir.

3.6.1.5. Değerlendirme Basamağı Aktiviteleri

Yapısalcı değerlendirme aktiviteleri biyoloji kitabında her bölümün sonunda bulunan bölüm sonu değerlendirme başlığı ile başlanır. Bölüm sonu özeti kısmında yer alan ana başlıklar üzerinde tartışılır. Ardından bölüm sonu değerlendirme soruları sınıfta tartışma ortamı içerisinde cevaplandırılır. Öğretmen, her bölümde yer alan kavramlar ile ilgili olarak hazırlanmış kavram haritalarını ve kelime eşleştirme oyununun yer aldığı çalışma kâğıtlarını dağıtır ve öğrencilerin çözmesini sağlar.

3.6.2. Bilgisayar Destekli Öğretim Grubu Uygulamaları

Bilgisayar destekli öğretim etkinlikleri okulun bilgisayar laboratuvarında yürütülmüştür. Bilgisayar laboratuvarında 30 öğrenci bilgisayarı, 1 öğretmen bilgisayarı, projeksiyon cihazı ve bir perde bulunmaktadır. Öğrenci bilgisayarları laboratuvar içersine U biçiminde yerleştirilmiştir. Öğretmen bilgisayarı, U'nun açık olan ucunda tüm sınıfı görececek biçimde

yerleştirilmiştir. Öğretmen bilgisayarının görüntüsü projeksiyon cihazı yardımıyla karşıda duran perdeye yansıtılabilmektedir. Öğretmen bilgisayarında diğer öğrenci bilgisayarlarını görüntülemek ve gerektiğinde müdahale etmek için kullanılan “Net Control” programı bulunmaktadır. Bilgisayar destekli aktivitelerin yürütüleceği eğitsel yazılımlar “Net Control” aracılığı ile öğretmen bilgisayarı üzerinden öğrenci bilgisayarlarına yüklenmiştir. Yüklenen yazılımların işlerliliği sınanmış ve çalıştığından emin olunmuştur.

Her ne kadar uygulama okulunun öğretim programı gereği öğrencilerin etkinliklerde kullanılacak olan yazılımlar için gerekli bilgisayar deneyimlerine sahip olmaları beklenilse de uygulamalara başlamadan önce öğrenciler bilgisayar laboratuvarına getirilerek yapılması düşünülen uygulamalar ile ilgili bilgiler verilmiştir. Öğrencilerden uygulamaların nasıl yürütüleceği ve gerekli yazılımları nasıl çalıştıracakları açıklandıktan sonra bir kaç yazılımı deneme amaçlı çalıştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin yazılımları bir sorun yaşamadan açıp çalıştırabildikleri belirlendikten sonra uygulama aşamasına geçilmiştir.

Bilgisayar destekli öğretim uygulamalarında bilgisayar destekli ve bilgisayar temelli stratejiler etkinliğin doğasına uygun olarak bir arada kullanılmıştır. Öğrencilerin önlerinde bulunan öğrenci bilgisayarlarında yapılacak etkinliğe ait yazılımı çalıştırarak etkileşime geçebilecekleri gibi öğretmen bilgisayarından yansıtılan projeksiyon görüntüsü ile de dersi takip edebilme olanağına sahip olmaları sağlanmıştır. Uygulama öğretmeni, kendisine verilen öğretmen rehber materyalinde belirtildiği üzere öğrenme döngüsü basamaklarını uygulamıştır. Uygulamalar giriş basamağı ile başlamaktadır. Giriş basamağında daha çok bilgisayar destekli strateji benimsenmiştir. Öğretmen öğrencilerin dikkatini projeksiyon görüntüsüne yönelterek öğrencilerin yazılımı izlemelerini ve yöneltilen sorular üzerinde tartışma başlatılmasını sağlar. Öğrenciler, yöneltilen sorular üzerinde konu ile ilgili ön bilgilerini kullanarak arguman üretmeye çalışır. Keşfetme, açıklama, derinleşme ve değerlendirme basamaklarında uygulanan etkinliklerde yazılımın kısa bir tanıtımı yapıldıktan sonra öğrencilerin önlerinde bulunan öğrenci bilgisayarları üzerinden yazılımı çalıştırmaları ve etkileşime geçmeleri sağlanmıştır. Öğrenciler, öğrenci bilgisayarlarını kullanırken araştırmacı ve öğretmen laboratuvarında gezinerek öğrencileri yönlendirmiş ve sorularını cevaplamaya çalışmıştır. Etkinlik geçişlerinde uygulama öğretmeni öğrencilere ayrıca sorular yönlendirerek edinilmesi gereken kazanımları vurgulamaya çalışmıştır. Bilgisayar destekli öğretim uygulamalarında kullanılan yazılımlar öğretim döngüsü basamaklarına uygun olarak aşağıda kısaca özetlenmiştir.

3.6.2.1. Giriş Basamağı Etkinlikleri

Giriş etkinlikleri, her öğrenme döngüsünün başlangıcında giriş aşamasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Hücrelerde büyüme öğrenme döngüsü için “Neden Bölünür?”, mitoz

bölünme öğrenme döngüsü için “Büyüme ve İyileşme”, hücre bölünmesi öğrenme döngüsünü için “Kontrol Dışı”, eşeysiz üreme öğrenme döngüsü için “Tıpa Tıp Aynı” ve mayoz ve eşeyli üreme öğrenme döngüsü için “Farklıyız” bilgisayar destekli etkinlikleri hazırlanmıştır. Yapılandırmacı aktivitelerle uyumlu olacak biçimde, biyoloji kitabında her bölümün başlangıcında yer verilen “Ne Öğreneceksiniz!”, “Neden Önemli!”, “Hatırlatma” ve “Ana Fikir” başlıklarının bilgisayar ortamına aktarılması ile giriş etkinlikleri elde edilmiştir. Başlıklarda yer alan ifadeler resim ya da animasyon gibi görsel öğeler kullanarak zenginleştirilmiştir. Ayrıca, metinler seslendirilerek çoklu ortam öğeleri artırılmıştır. Hazırlanan metin, görsel ve ses öğeleri Flash ortamında bir araya getirilerek yazılımlar hazırlanmıştır. Giriş etkinlikleri öğrencilerin dikkatini çekeceği düşünülen odaklayıcı soru ya da soruların cevabı üzerine yoğunlaşmalarının sağlanması ile başlar. Öğrencilerden, bir cevap bulduklarında “BAŞLAT” butonuna basmaları istenir. Başlat butonuna basılması ile gelen ekranda ön bilgi düzeyine ilişkin sorunun cevabı ifade edilir. Öğrencilerin, doğru cevap ile kendi cevaplarını karşılaştırmaları beklenir. Böylece, öğrencilerin bölüm boyunca işlenecek konuya genel olarak bir bakış açısı kazanmaları sağlanmaya çalışılır. Açıklamaların ardından, öğrencileri keşfetme aşamasında yapılacak etkilğe yöneltecek olan yönlendirici soru ile yazılım tamamlanır. Sorunun cevabını bulmak isteyen öğrenciler öğrenme döngüsünün sonraki aşamalarında yapılacak etkinlikleri tamamlamak zorundadır. Giriş etkinliklerinde sorulan sorular Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27. Giriş bölümü etkinlikleri ve yönlendirilen sorular

Etkinlik	Soru tipi	Soru
Neden Bölünür?	Odaklayıcı	Bir insanla, hamsi balığı ve fındık ağacı arasında nasıl bir benzerlik vardır?
	Yönlendirici	Acaba bir hücre ne zaman bölünür? Hücreler bölünmek zorunda mıdır? Hiç bölünmeyen hücreler de var mıdır?
Büyüme ve İyileşme	Odaklayıcı	Şimdi olduğunuz boy ve kiloya nasıl ulaştınız! Nasıl büyüdünüz? Parmağınız kesildiğinde veya kolunuz ya da bacağınız kırıldığında iyileşmesine neden olan neydi?
	Yönlendirici	Acaba hücreler nasıl mitoz bölünme geçirir? Mitoz bölünme geçiren hücreleri gözlemleyebilir miyiz?
Kontrol Dışı	Odaklayıcı	Siz hiç insanların doğanın elementlerini ele geçirip kullanmak istediği, dinazorların yeniden yeryüzünde gezinmeye başladığı ya da başrollerini robotların oynadığı bir film izlediniz mi?
	Yönlendirici	Acaba vücudunuzda şu anda gerçekleşmekte olan milyonlarca hücre bölünmesi nasıl kontrol ediliyor?
Tıpa Tıp Aynı	Odaklayıcı	Patates, çilek, devetabanı ve kurdele çiçeği bitkilerinin dördünde de bulunan ortak özellik ne olabilir?
	Yönlendirici	Sizce, kendinizin birebir aynısı olan özellikleri taşıyan birini yapmak mümkün müdür?
Farklıyız	Odaklayıcı	Acaba sizin ve arkadaşlarınızın değişik özelliklere sahip olmasının nedeni ne olabilir?
	Yönlendirici	Peki, karakterlerin oluşmasına etki eden genler bir nesilden diğerine nasıl geçmektedir?

3.6.2.2. Keşfetme Basamağı Etkilikleri

Keşfetme basamağına yönelik bilgisayar destekli etkinlikler üç değişik çoklu ortam üzerinde düzenlenmiştir.

Değişik Mikroskoplarla Hücreler: Yapılandırmacı grupta gerçekleştirilen “Sağlıklı Hücreler Nereden Gelir?” aktivitesine paralel olarak değişik mikroskoplarla hücreler yazılımı Euglena, E.Coli ve Polen hücrelerinin bilgisayar ortamında öğrencilere sunulmasına olanak vermesi amacıyla tasarlanmıştır (Nowicki, 2008). Yazılım içerisine yerleştirilen butonlar sayesinde öğrenciler incelemek istedikleri objeyi seçebilmektedirler. Ayrıca, seçtikleri objelerin ışık mikroskobu, taramalı elektrik mikroskobu ve geçirmeli elektron mikroskobu altında çekilmiş görüntülerine de ulaşabilmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin inceledikleri hücreleri tarif etmeleri ve neden farklı hücrelerin şekil ve görünümünün farklı olduğu üzerinde düşünmeleri istenir.

Mikroskop: Görsel mikroskop, farklı preparatları seçmeye ve yerleştirmeye, ışık, büyütme ve odak ayarı yapmaya, mikroskop altında incelenen objeler üzerinde ölçüm yapmaya olanak verecek biçimde tasarlanmış bir mikroskop simülasyonudur. Mikroskop simülasyonu, görüntü bulmak için gerekli olan adımların anlatıldığı sesli rehber özelliğine sahiptir. Ayrıca, görüntü bulurken izlenmesi gereken adımların yerine getirilip getirilmediğini belirten bir kontrol listesi bulunmaktadır. Araştırma kapsamında, mikroskop simülasyonunda yer alan metinler Türkçe’ye tercüme edilmiştir. Simülasyonun sesli anlatım kısımları araştırmacı tarafından yeniden seslendirilmiştir. Preparatlar, mitoz bölünme öğrenme döngüsü için “soğan kök ucu” görüntüsü (Wierzbicka, 1998), eşeysiz üreme öğrenme döngüsü için “maya hücreleri” görüntüsü (Tainakaa, Yoshimuraa ve Ushimaru, 2006), mayoz ve eşeyli üreme öğrenme döngüsü için “iris anteri” görüntüsü (Tzenga, Hsua, Chung, Yeha, Yanga, Liua ve diğ., 2009) olacak biçimde hazırlanmıştır. Öğrenciler, mikroskop simülasyonunu kullanırken kontrol listesindeki adımları takip ederek etkinliğe uygun preparat görüntüsünü incelemişlerdir.

Görsel Laboratuvar (Slayt Makinası): Hazırlanan görsel laboratuvar etkiliği içerisine yerleştirilen slayt makinesi animasyonu, değişik görüntülerin bilgisayar ortamında sunulmasına aracılık edecek bir ortam oluşturmak üzere tasarlanmıştır (Biggs ve diğ., 2008). Kanseri doku hücrelerini gösteren posterlerin kullanıldığı yapılandırmacı aktiviteye paralel olarak öğrencilere slayt makinesi aracılığı ile farklı organlara ait normal ve kanserli hücrelerin bulunduğu görüntüler (He, Wang, Gou, Shen, Chen, Yi ve diğ., 2013) sunulmuştur. Görüntüler, çoklu ortam oluşturmak üzere sesli bilgilerle desteklenmiştir.

Öğrencilerden, görüntüler arasında karşılaştırma yapmaları ve belirledikleri farklılıkların nedenlerini sorgulamaları istenmiştir.

3.6.2.3. Açıklama Basamağı Etkinlikleri

Araştırmada yürütülen beş farklı öğrenme döngüsünün açıklama basamakları için açıklama yapmaya en uygun eğitsel yazılım türü olan birebir öğretici yazılım tarzında beş farklı uygulama hazırlanmıştır.

Yüzey Alanı ve Hacim: Yüzey alanı hacim uygulaması hücre döngüsünde hücre bölünmesine neden ihtiyaç duyulduğunu açıklamaya yönelik olarak hazırlanmış birebir öğretici yazılımdır (Miller ve Levine, 2008). Uygulama yüzey alanın hacme bağlı olarak nasıl değiştiğini gösteren bir grafik ile başlar. Daha sonra büyük bir küpün küçük küplere bölünmesi ile yüzey alanının nasıl değiştiği matematiksel olarak formüle edilir. Matematiksel olarak açıklanan oranın hücre için neden önemli olduğu açıklanır. Benzer biçimde balık solungaçlarındaki lamel yapılarında ve memelilerin bağırsaklarındaki villuslarda yüzey alanının nasıl arttırıldığı açıklanır. Öğrencilerden uygulamayı başından sonuna kadar dikkatli bir biçimde takip etmeleri beklenir.

Görsel Laboratuvar (Mikroskop-İçindekiler): Hazırlanan görsel laboratuvar yazılımı içerisinde bulunan mikroskop uygulamasında yer alan “İçindekiler” başlıklı bölüm hücre döngüsünde yer alan olayların yazılı olarak bulunduğu, hücrenin aşamalardan geçerken aldığı şeklin animasyonla gösterildiği ve yazılı metni dilediklerinde sesli olarak dinleme olanağının sunulduğu birebir öğretici yazılım olarak tasarlanmıştır (Biggs ve diğ., 2008). Öğrenciler, içindekiler bölümünü takip ederek hücre döngüsü aşamaları hakkında bilgi toplamaya çalışırlar.

Hücre Döngüsünün Kontrolü: Hücre döngüsünün kontrolü, yazılımın hücre yöneticiliği bölümüne geçilmeden önce tamamlanması gereken birebir öğretici yazılım tarzında hazırlanmış bölümdür (Nobel Media, 2002). Bölüm hücre döngüsü ile ilgili bir animasyon ile başlar. Hücre döngüsü ve hücre döngüsünde gerçekleşen hücre büyümesi, sentez, çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesi olayları hakkında kısa bir bilgi verilir. Hücre döngüsünde gerçekleşen olayların nasıl kontrol edildiği ve kontrol dışına çıktığında neler olduğu belirtilir. Animasyonlar yazılı ve sesli öğelerle desteklenerek sunulmuştur. Ayrıca mikroskop altında hücre bölünmesini gösteren bir video görüntüsü de bulunmaktadır.

Eşeysiz Üreme: Eşeysiz üreme uygulaması, eşeysiz üreme ile ilgili açıklamaları öğrencilere aktarmak üzere tasarlanmış bir birebir öğretici yazılımdır (Nowicki, 2008) . Uygulama eşeysiz üreme ile ilgili kısa bir açıklama ile başlar. Ardından canlılarda görülen farklı eşeysiz üreme türleri (ikiye bölünme, tomurcuklanma, sporlanma, yenilenme, vejasyonla üreme) resim ya da animasyonlar gibi görsel, yazılı metin ve ses öğeleri

kullanılarak açıklanır. Yazılımın metin kısmı çalışmada hazırlanan biyoloji kitabından sadeleştirilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Yazılı metnin seslendirilmesi ile ses öğeleri elde edilmiştir. Görsel öğelerin de eklenmesi ile çoklu ortam oluşturulmuştur. Öğrencilerden, eşeysiz üreme ve türleri ile ilgili açıklamaları dikkatli bir biçimde izlemeleri beklenir.

Mayoz: Mayoz uygulaması, dört kromozoma sahip ökaryot bir hücrenin geçireceği mayoz bölünme sürecinin anlatıldığı birebir öğretici yazılımdır (Nowicki, 2008). Uygulama mayoz bölünmeye başlayacak olan hücre ile ilgili kısa bir açıklama ile başlar. Mayoz bölünmenin her bir aşaması tek tek yazılı olarak açıklanır. Yazılı açıklamalar aynı zamanda sesli olarak da iletilir. Sesle uyumlu olarak giriş bölümünde tanıtılan hücre animasyonu mayozun değişik aşamalarına uygun olarak hareket etmektedir. Öğrencilerden hazırlanan çoklu ortamı takip etmeleri beklenmektedir.

3.6.2.4. Derinleşme Basamağı Etkinlikleri

Derinleşme basamağı etkinlikleri beş farklı başlık altında düzenlenmiştir.

Büyük mü Küçük mü Büyük?: Büyük mü küçük? Küçük mü büyük?” uygulaması “Hücreler Neden Bölünür?” yapısalcı aktivitesinin bilgisayar ortamına aktarılması ile elde edilmiş birebir öğretici yazılımdır. “Hücreler Neden Bölünür?” aktivitesinde takip edilen üç farklı fenolfitaleynli agar blok alınması, sodyum hidroksitli behere daldırılması, bir süre beklenmesi ve ikiye kesilen agar bloklardaki renk değişimine bağlı olarak beherdeki maddenin agar bloklarda ne kadar ilerlediğinin gözlenmesi adım adım gösterilmiştir. Görsel öğeler sesli anlatım ile desteklenmiştir. Sunumun bitiminde öğrencilerden küplerde gözlemledikleri renk değişimine bağlı olarak hücrenin büyük olmasının mı yoksa küçük olmasının mı daha yararına olacağını tartışmaları istenir.

Görsel Laboratuvar (Mikroskop): Görsel laboratuvarın mikroskop bölümünde yer alan uygulama bölümü hücre döngüsünün farklı aşamalarında bulunan hücrelerin teşhis edilmesine olanak sağlayan bir alıştırma-uygulama yazılımı biçiminde tasarlanmıştır (Biggs ve diğ., 2008). Mikroskop bölümünün içindekiler kısmında bulunan başlıklar tut-sürüklerle tarzında yapışkan uçlu olacak biçimde hazırlanmıştır. Öğrencilere değişik dokulara ait preparat görüntüleri sunulmaktadır. Hücre döngüsünün değişik aşamalarında bulunan hücrelerin yer aldığı görüntülerde belirli hücrelerin altı boş bırakılmıştır. Öğrencilerden istenen belirlenen hücrelerin bulunduğu hücre döngüsü aşamasını teşhis etmeleri ve içindekiler bölümünde yer alan yapışkan uçları sürükleyerek boş bırakılan yerlere getirmeleridir. Bir preparata ait görüntüde yer alan hücrelerin tamamı doğru bir biçimde teşhis edildikten sonra diğer preparata geçilmektedir. 6 dokuya ait görüntüler tamamlandıktan sonra değişik aşamalarda bulunan hücrelerin dokulara göre sayılması

istenir. Elde edilen veriler görsel laboratuvarında yer alan not uygulamasına kayıt edilir. Bölünme aşamasında ve dinlenme aşamasında olan hücrelerin yüzdesi hesaplanır. Mikroskop uygulaması bu yönüyle “Hücre Döngüsünün Hangi Aşaması Ne Kadar Sürer” yapısalcı aktivitesi ile paraleldir.

Hücre Yöneticiliği: Hücre yöneticiliği, hücre döngüsünün kontrolü programının eğitsel oyun tarzında hazırlanmış biçimidir (Nobel Media, 2002). Oyun sizi bir hücreye yönetici olarak görevlendirmektedir. Çekirdek içinde oturan “Hücre yöneticisi” olarak, hücre bölünmesi sırasında gerçekleşen olayların yolunda gitmesini sağlamanız gerekmektedir. Eğer olaylar yolunda gitmezse hücre patlar ve herşeye yeniden başlamak zorunda kalırsınız. Hücre yöneticiliği görevini genetik materyale bir şey olmadığından emin olmak için iki kere yapmak zorundasınız. Eğer çok fazla hata yaparsanız, hücredeki enerji seviyesi düşer ve hücre bölünmesini devam ettirmeye yetmez. Amacınız oyunu tamamlamak ve hücrenin doğru bir biçimde bölündüğünden emin olmaktır. Oyunda yer alan engelleri geçmek ve hücreyi doğru bir biçimde yönelebilmek için hücre döngüsünün aşamaları ile ilgili bilgilerinizi kullanmanız gerekecektir.

Aşılama: Aşılama yazılımı bilgiyarda oluşturulan çoklu ortam üzerinden öğrencilerin aşılama konusunda bilgi edinebilecekleri bir uzmanla etkileşime geçmelerini sağlamak üzere tasarlanmıştır. Aşılama konusu ile ilgili uzman tv web sitesinden alınan video görüntüleri çalışmaya uygun biçimde hazırlanarak Flash ortamında hazırlanan yazılım içerisine yerleştirilmiştir. Yazılımda, aşılama konusuna kısa bir giriş yapılmasının ardından öğrencilerin sormaları muhtemel on sorunun sıralandığı ortama geçilir. Öğrenciler seçtikleri sorunun üzerine tıklayarak uzmandan cevaplamasını isterler. Ekranı gelen pencere aracılığı ile video görüntüsü üzerinden uzman soruları cevaplandırır.

Mayoz ve Ötesi: Mayoz ve ötesi, gametogenez, döllenme ve partenogenez olaylarını temel alan birebir öğretici olarak tasarlanmış bir yazılımdır (Lancraft, Reeder, Trautwein ve Frierson, 2008). Mayozun insan vücudunda nerede ve nasıl gerçekleştiğinin anlatılması ile başlar. Erkeklerde gerçekleşen spermatogenez ile dişilerde gerçekleşen oogeneze olayları açıklanır. Gametogenez sonucunda üretilen eşey hücrelerinin yapısı da gösterilir. Eşey hücrelerinin oluşumunun ardından meydana gelecek döllenme olayı ve tür içinde kromozom sayısının korunması olayına vurgu yapılır. Partenogenez olayı yani bazı canlıların döllenme olmadan da yeni nesiller oluşturabilme yeteneği arılar örneği üzerinden izah edilir. Öğrencilerden yazılımda yer alan yazılı, görsel ve sesli öğeleri takip ederek mayozu ve mayozu takiben gerçekleşen spermatogenez, oogeneze ve partenogenez olaylarını anlamaları beklenir.

3.6.2.5. Değerlendirme Basamağı Etkinlikleri

Değerlendirme basamağı etkinlikleri, “Etkinlik Merkezi” içerisinde bulunan anahtar kavramlar, kelime oyunları, kavram haritası ve testler bölümlerinden oluşmaktadır (Nowicki, 2008). Anahtar kavramlar, biyoloji kitabı bölüm sonu değerlendirme kısmında yer alan bölüm özeti kısmının bilgisayar ortamına aktarılmış biçimidir. Öğrencilerin, bölüm ve bölümde öğrenilen kavramlar ile ilgili genel bir tekrar yapmalarına olanak sağlaması için hazırlanmıştır. Kelime oyunları bölümünde “Kelime Avı” oyununa yer verilmiştir. Kelime avı oyunu kavram eşleştirme yönteminin bilgisayar ortamında eğitsel oyun haline getirilmesi ile oluşturulmuştur. Oyunda üzerlerinde tanımlar yazılı olan köpekler gezinmekte ve üzerlerinde terimler yazılı olan firizbiler fırlatılmaktadır. Öğrencilerden, köpeklerin uygun firizbileri yakalamalarına yardımcı olmaları yani tanımları uygun terimler ile eşleştirmeleri beklenmektedir. Kavram haritaları, her bir bölümde yer alan kavramlar kullanılarak hazırlanmış sürükle ve düşür biçiminde hazırlanmıştır. Öğrencilere, kavramları boş olan bir harita ve dağınık biçimde sıralanmış kavramlar verilmiştir. Etkinliği tamamlamak için öğrenciler kavramları sürükleyerek kavram haritasındaki uygun boşluklara yerleştirmek zorundadır. Son olarak, testler bölümünde her bölüm için beş çoktan seçmeli soruya yer verilmiştir. Bölümlerde geçirilen süre ve kazanılan puanlar puan tablosu bölümünde öğrencilerin kendi gelişimlerini görebilmeleri açısından kayıt altına alınmıştır.

3.6.3. Geleneksel Öğretim Grubu Uygulamaları

Araştırmacı uygulamalar sürdürülürken farklı günlerde kontrol grubunun iki farklı dersini gözlemlemiştir. Karşılaştırma grubu uygulamaları sınıf ortamında yürütülmüştür. Sınıfta ülkemiz eğitim sisteminde hâkim olan geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı anlaşılmıştır. Dersler soru-cevap, düz anlatım, not tutma ve tartışma metotlarından faydalanılarak yürütülmüştür. Öğretmen derse ödev kontrolü yaparak başlamıştır. Daha sonra soru-cevap yöntemi ile öğrencilerin yeni bir konuya giriş yapıyorsa ön öğrenmeleri ya da önceki derste öğrendikleri yoklanmaktadır. Ardından gerektiğinde tahta kullanılarak düz anlatım yöntemi ile konu aktarılmaktadır. Öğrencilerin önemli olan yerleri not almaları sağlanmaktadır. Zaman zaman öğretmenin yönlendirdiği sorular ile sınıfta öğrencilerin konu üzerinde tartışması sağlanmaktadır. Konu anlatımı ve soru-cevap uygulamaları ortalama 15 dakikada bir tekrarlanmaktadır. Ders öğretmenin işlenen ders ile ilgili ödevler vermesi ile sona ermektedir.

3.7. Veri Analizi

Yapılandırmacı, bilgisayar destekli ve geneksel öğretim anlayışlarının uygulamalar öncesine oranla uygulama sonrasında öğrencilerin kavramsal anlamalarına, İBTD'ine, BABS becerilerine ve BTTÇ'ye ilişkin görüşlerine etkisini ortaya çıkarmak, elde edilen sonuçları üzerinde yorum yapılabilir sayısal veriler haline dönüştürmek ve verilere bağlı değerlendirmelerde bulunmak üzere öğrencilerin araştırmada kullanılan HBÜÜ kavram testi, İBTD ölçeği, BABS becerileri testi ve BTTÇ üzerine görüşler testine vermiş oldukları cevaplar analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Öncelikle, her bir veri toplama aracının yapısına uygun olarak belirlenen inceleme ve puanlama sistemi dikkate alınarak puanlama yapılmıştır. Puanlama sonucu oluşan bağımlı değişkenler öncelikle Levene ve Kolmogorov Smirnov testine tabi tutulmuştur. Levene testi, değişik örneklemelerde eşit varyanslılığı değerlendirmek için kullanılan bir içkin (inferential) istatistiksel yöntemdir. Levene değerinin 0.05 anlamlılık düzeyinin üstünde olması test edilen değişkenin varyans eşitliği varsayımını sağladığı anlamına gelmektedir. Kolmogorov Smirnov (KS) testi bir değişkene ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesinde kullanılır. KS değerinin 0.05 anlamlılık düzeyinin üstünde olması test edilen değişkenin normal dağılım varsayımını sağladığı anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, çalışmamızda öğrencilerin gerek öntest gerekse sontest uygulamalarının her birine bağımsız olarak katılımı ile istatistiksel bağımsızlık varsayımı elde edilen tüm değişkenler için sağlandığından, Levene ve KS testi sonuçlarına göre eşit varyanslılık ve normal dağılım gösteren değişkenler parametrik, varsayımları yerine getiremeyen değişkenler ise non-parametrik değişkenler olarak belirlenmiştir (Coakes ve Steed, 2000).

Bağımlı değişkenlerin parametrik dağılım gösterip göstermediklerine karar verilmesinin ardından öntest ve sontest verilerinin DG1, DG2 ve KG temelinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık gösterip göstermediği bağımlı t-testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak test edilmiştir. Bağımlı t-testi (bölünmüş örneklem t-testi) aynı sürekli bağımlı değişken üzerinden bağımlı iki grup arasındaki ortalamaların karşılaştırılmasında kullanılan parametrik dağılım gösteren değişkenlere uygulanmıştır. Wilcoxon işaretli sıralar testi ise bağımlı t-testinin non-parametrik test dengidir. Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanan veriler için normallik varsayımında bulunmak gerekmediğinden normallik varsayımını yerine getiremeyen aynı örneklemde gelen iki veri setine ait puanlardan oluşan verileri karşılaştırmak için kullanılmıştır (Çepni, 2009; Büyüköztürk, 2010).

DG1, DG2 ve KG arasında uygulama öncesinde ve sonrasında belirlenen bağımlı değişkenler bakımından istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığı tek

yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Kruskal Wallis testi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) iki ya da daha fazla bağımsız (ilişkisiz) grup (her ne kadar iki gruptan daha çok en az üç grup olduğunda kullanılmasına rağmen) arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır. Kruskal Wallis testi tek yönlü varyans analizinin non-parametrik eşdeğeri ve Mann-Whitney u testinin ikiden fazla bağımsız grup arasında karşılaştırma yapılmasına izin verecek biçimde genişletilmiş halidir (Karasar, 2004).

Öntest uygulamaları sonucunda elde edilen bağımsız değişkenler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiğinde uygulama öncesinde tespit edilen farklılığında içkin istatistiksel analize dâhil edilebilmesi için kovaryans analizi (ANCOVA) ve Quade testi uygulanmıştır. ANCOVA, tek yönlü ANOVA'da olduğu gibi ki ya da daha fazla bağımsız grup arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır ancak kovaryans olarak ifade edilen, ilgilenilen bağımlı değişkene etki eden bir başka bağımlı değişkenin kontrol edilmesine olanak sağlar (McMillan ve Schumacher, 2001). Quade testi ise ANCOVA'nın non-parametrik eş değeridir. İlgilenilen bağımlı değişken normallik varsayımını yerine getiremediği durumlarda ANCOVA yerine kullanılmıştır (Quade, 1967). Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesinin ardından hangi grubun diğerinden farklı olduğunu belirlemek üzere Fisher's LSD post-hoc analizi gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada; 2008 yılında kabul edilen ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı kazanımlarına göre, yapısalcı ve bilgisayarla öğrenme yaklaşımlarına uygun olarak 10. sınıf HBÜÜ'ne yönelik "Öğrenci Ders Rehber Materyali", "Öğrenci Çalışma Rehber Materyali", "Yapısalcı Aktiviteler", "Bilgisayarla Öğretim Etkinlikleri", "Öğretmen Kılavuz Kitabı" ve "Çalışma Kitabı" materyalleri geliştirilmiş ve bu materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamaları, tutumları, bilimsel süreç becerileri ve BTTÇ görüşleri üzerine etkililiği değerlendirilmiştir. Bu bölümde öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan "HBÜÜ Ünitesi Kavram Testi"nden, "İBTD Ölçeği", "BABS becerileri Testi" ve "BTTÇ üzerine görüşler formu" üzerinden elde edilen veriler sunulmaktadır.

4.1. HBÜÜ Kavramları ile ilgili Bulgular

Öğrencilerin araştırma süresince gerçekleştirilen uygulamalar öncesinde ve sonrasında HBÜÜ kavram testinde yer alan sorulara vermiş oldukları cevaplar biyoloji öğretim programında yer verilen HBÜÜ bilişsel kazanımlarına paralel olacak biçimde sınıflandırılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen betimleyici ve içkin (inferential) analiz sonuçları HBÜÜ kazanımlarına yönelik bulgular başlığı altında sunulmuştur.

4.1.1. HBÜÜ Kavram Testi Verileri Betimleyici Analiz Bulguları

4.1.1.1.Mitoz Bölünme ile ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Kavram testinin birinci bölümünde yer alan dört soru ile öğrencilerin mitoz bölünme ile ilgili sahip oldukları kavramsal anlamalar belirlenmeye çalışılmıştır. Birinci bölümün başlangıcında yeni bir deri hücresi oluşturmak üzere bölünecek olan bir deri hücresinin kromozom sayısını ($2n=4$) gösteren bir şekil sunulmuştur. Birinci sorunun ilk aşamasında öğrencilerden şekli verilen hücrenin bölünmesi durumunda oluşacak olan deri hücresinin sahip olacağı kromozom sayısını belirtmeleri, ikinci aşamasında vermiş oldukları cevabın nedenini açıklamaları istenmiştir. Sorunun birinci kısmına verilen cevaplar ve ikinci kısmında yapılan açıklamalar analiz edilerek belirlenen öğrenci nedenler sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin mitoz bölünme sonucunda oluşan hücrelerdeki kromozom sayısına ilişkin cevaplar ve verdikleri cevaplar ile ilgili ileri sürdükleri nedenler Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28. Mitoz bölünme sonucu oluşan hücredeki kromozom sayısına ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
YA	Orjinal sayının iki katı						
	Bölünme ile hücre sayısı kadar kromozom sayısı da artar	4	0	1	0	0	0
	Boş	0	1	0	0	0	0
D	Orjinal sayı*						
	Replikasyon ile kromozom sayısı korunur	1	0	1	0	1	1
	Mitozda kromozom sayısı değişmez	12	16	22	26	25	23
N	Oluşan hücreler de ata hücre gibi bir vücut hücresidir	1	5	1	0	0	0
N	Aynı tür hücrelerde kromozom sayısı aynıdır	5	2	3	1	3	4
KY	Genetik bilgi evrenseldir, değişmez	4	0	0	1	0	0
	Boş	1	0	0	0	0	0
YA	Orjinal sayının yarısı						
	Hücreler bölünürken ata hücreyi yarı yarıya paylaşır	0	2	0	0	0	0
	Mitoz sonucunda kromozom sayısı yarıya iner	0	1	0	0	0	0
KK	Bilmiyorum						
	Boş	0	2	0	0	0	0

*Doğru Cevap, D: Doğru, KD: Kısmen Doğru, N: Naif, YA: Yanlış Anlama, KK: Kavram Karışıklığı, KY: Kavram Yanılgısı.

Tablo 28’de yeni bir deri hücresinin bir başka deri hücresinin bölünmesiyle oluşumunu konu edinen soruya verilen cevaplar incelenmektedir. Uygulama öncesinde bu soruya cevap veremeyen DG2 grubundan iki öğrenci cevap verememiştir. Uygulama öncesinde öğrencilerin bir deri hücresinin yeni bir deri hücresi oluşturmak üzere geçireceği bölünme sonunda oluşacak hücrenin kromozom sayısının, bölünecek olan hücredeki orjinal kromozom sayısının iki katı kadar olacağı (DG1: 4, DG2: 1, KG: 1), aynı kalacağı (DG1: 24, DG2: 23, KG:27) veya yarısı kadar olabileceği (DG2: 3) cevaplarını verdikleri belirlenmişlerdir. Deney gruplarında ve karşılaştırma grubunda yapılan uygulamaların ardından öğrenci cevaplarının yeni oluşan deri hücresinin bölünen deri hücresi ile aynı sayıda kromozoma sahip olacağı yönünde olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin soruya konu edilen bölünmenin mitoz bölünme olduğunun ayırımına vardıkları ve doğru cevabı doğru nedenlere dayanarak verdiklerinden emin olmak ve verilen yanlış cevapların nedenlerini belirlemek amacıyla öğrencilerin verdikleri cevabın sebebini belirtmek için yapmış oldukları açıklamalar ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Bölünme sonucu oluşacak hücrenin kromozom sayısının bölünen hücrenin kromozom sayısının iki katına çıkacağı cevabını veren öğrencilerden biri (DG2:1) herhangi bir neden ileri sürmezken diğerleri (DG1: 4, KG: 1) bölünme sonucunda hücre sayısının artması ile kromozom sayısının da artacağı düşüncesini ileri sürmüştür. Benzer biçimde, “bölünme sonucu oluşan hücreler daha genç ya da daha sağlıklı olmaları nedeniyle daha fazla sayıda kromozom taşırlar” biçimindeki kavram karışıklığı öğrencilerin bölünme sonucu oluşan deri hücresinin kromozom sayısının arttığını düşünmelerine neden olmuştur. Uygulama sonrasında hiçbir öğrenci kromozom sayısında artış olacağı yönünde bir açıklama yapmamıştır. Öğrencilerin kromozom sayısının iki katına çıkmasına hücre

sayısının artmasını neden olarak göstermeleri hücre ve kromozomlar ile ilgili terimlere hâkim olmadıklarından yanlış anlama içerisinde olduklarını göstermektedir.

Bir deri hücresinin bölünmesi sonucu oluşan yeni deri hücresinin sahip olduğu kromozom sayısının yarıya ineceği cevabını veren öğrencilerin açıklamaları incelenmiştir. Uygulama öncesinde DG2 grubunda yer alan 3 öğrenci tarafından yapılan açıklamalarda ifade edilen nedenler belirlenmiştir. Bir öğrencilerden biri, “oluşan hücre ana hücrenin ikiye bölünmesi sonucunda oluşur” ifadesini kullanarak yanlış anlamaya düşmüştür. Bölünme öncesinde gerçekleşen replikasyon olayı sayesinde bölünecek hücrenin kromozomlarını eşleyerek kromozom sayısını iki katına çıkardığını dikkate almamıştır. Benzer biçimde bir başka öğrenci, sitokinez ve karyokinez olaylarını yanlış yorumlayarak replikasyon olayını göz ardı ederek, bölünme sonucu oluşan iki hücrenin bölünen hücreyi eşit olarak paylaşmasının kromozom sayısını yarıya düşüreceği biçiminde bir yanlış anlamayı neden olarak ileri sürmüştür. Son olarak, bir diğer öğrenci ise, bir deri hücresinin başka bir deri hücresini meydana getirmesini mitoz bölünme değil de mayoz bölünme olarak yorumlayarak kavram karışıklığı içerisine girmiş ve kromozom sayısının yarıya düşeceğini çünkü bu tip bölünmede (yanlışlıkla mayoz olduğunu ima ederek) kalıtsal bilginin yarıya indiğini cevabına neden olarak göstermiştir. Öğrencilerin gerek hücre bölünmelerinin sonuçlarını doğru yorumlayamamaları gerekse hücre bölünmeleri sırasında gerçekleşen olaylara hâkim olamamaları bölünme sonucu oluşan hücrelerde kromozom sayısının azalacağına yönelik alternatif nedenler öne sürmelerine neden olmuştur.

Öğrenciler bir deri hücresinin bölünmesi sonucunda oluşacak deri hücresindeki kromozom sayısının değişmeyeceği biçiminde doğru cevabı vermiş olsalar da alternatif nedenler içeren açıklamalar da yapmışlardır. DG1 grubundan uygulama öncesinde 4 öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 öğrenci tarafından “genetik bilgi hücreden hücreye değişmez” biçiminde bir açıklama yapılmıştır. Genetik bilginin evrensel olduğu ve asla değişmeyeceği biçiminde bir kavram yanılgısını bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısının değişmemesine neden olarak göstermiştir.

Bölünme sonucu oluşacak olan hücrenin kromozom sayısının değişmeksizin orijinal sayıda kalacağı, bölünme geçiren ana hücredeki kromozom sayısı ile aynı olacağı cevabını vererek doğru nedenler belirten öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar da incelenmiştir. Sadece uygulama öncesinde 7 öğrenci (DG1: 1, DG2: 5, KG: 1) tarafından ifade edilen nedenlerde bölünme sonucunda oluşan hücrelerin oluştukları hücre gibi bir vücut hücresi (somatik hücre) olduğu düşüncesi temele alınmıştır. Bölünen ve bölünme sonucu oluşan hücreler birer deri hücresi olduğundan hareketle naif bir neden öne sürülerek kromozom sayılarının da aynı olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer biçimde bir başka naif neden uygulama öncesinde 10 öğrenci (DG1: 5, DG2: 2, KG:3) ve uygulama

sonrasında 8 öğrenci (DG1: 1, DG2: 3, KG:4) tarafından yapılan açıklamalarda yer bulmuştur. Hücrenin neyi nasıl yapacağı bilgisinin kromozomlarda bulunan genetik bilgilerde saklı olduğunu bilen öğrenciler, “aynı yapıya sahip veya işlevi yerine getiren hücreler aynı sayıda kromozom taşırlar” nedenini öne sürerek bir başka naif doğru olarak değerlendirilen neden ifade etmişlerdir. Naif doğru nedenler öne süren öğrencilerin bir neden sonuç ilişkisi kurmaktan çok var olan durumları ya da olayları yorumlarken doğru cevaba ulaştıkları anlaşılmaktadır. Uygulama öncesinde 50 öğrenci (DG1: 12, DG2: 16, KG:22) ve uygulama sonrasında 74 öğrenci (DG1: 26, DG2: 25, KG:23), soruya konu edilen bölünmenin mitoz bölünme olduğunu dile getirmiş ve kromozom sayısında bir değişiklik olmamasını mitoz bölünmenin bir sonucu olarak açıklamaya çalışmış ve kısmen doğru nedenler ileri sürmüştür. Son olarak, uygulama öncesinde (DG1:1, KG: 1) ve sonrasında (DG2: 1, KG: 1) 2’şer öğrencinin bölünme öncesinde replikasyon olayına değinerek, bölünme hazırlığındaki hücrenin kromozom sayısını replikasyon olayı ile iki katına çıkardığını ve bölünme sonucu oluşan hücrelerin aynı sayıda ve bölünecek olan hücre ile eşit sayıda kromozoma sahip olacağını yani bilimsel bakımdan geçerli olarak kabul edilen tam doğru nedeni ileri sürdükleri görülmüştür.

Kavram testinin mitoz bölünme ile ilgili birinci bölümünün ikinci sorusunda, şekli verilerek yeni bir deri hücresi oluşturmak üzere bölüneceği belirtilen hücredeki genetik bilgi ile bu hücrenin bölünmesi sonucunda oluşacak hücredeki genetik bilginin aynı mı yoksa farklı mı olacağı sorulmuştur. Öğrencilerden cevaplarını nedenleriyle birlikte belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin vermiş oldukları yanıtlar analiz edilerek incelenmiştir. Sahip olunan öğrenci nedenleri verilen cevaplar doğrultusunda kategorize edilmiştir. Oluşturulan kategoriler ve öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda öne sürdükleri nedenler Tablo 29’da sunulmuştur.

Tablo 29. Mitoz bölünme sonucu oluşan hücredeki genetik bilgiye ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden	Öntest			Sontest		
	DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır*						
D Crossing over olmaz, homolog kromozomlar ayrılmamıştır	0	0	0	1	1	1
KD Mitozla genetik çeşitlilik meydana gelmez	12	10	13	24	20	23
N Genetik bilgi deri hücresinden deri hücresine aktarılmıştır	9	11	3	2	8	4
KK Mayozla genetik bilgi değişmez	0	1	1	0	0	0
KY Hücrelerin kromozom sayısı değişmemiştir	1	0	2	0	0	0
KK Hücreler aynı canlı türüne aittir	2	3	2	0	0	0
KY Kalıtsal yapı evrenseldir değişmez	0	1	2	1	0	0
Boş	3	1	4	0	0	0
Farklıdır	0	0	0	0	0	0
Bilmiyorum						
Boş	1	2	1	0	0	0

Uygulama öncesinde öğrencilerin neredeyse tamamı bir deri hücresinin bölünmesi sonucu oluşan yeni deri hücresinin genetik bilgisinin değişmeden aynı kalacağı cevabını vermiştir. Yalnızca dört öğrenci herhangi bir cevap vermemiştir. Bölünme sonucu oluşan hücrenin genetik bilgisinin bölünen hücreden farklı olacağı cevabını veren öğrenci olmamıştır. Sonuç olarak, uygulamalar öncesinde öğrencilerin genel olarak konuyla ilgili ön bilgilerinin doğru cevaba ulaşmaları için büyük ölçüde yeterli olduğu görülmüş, doğru cevaba götüren nedenlerin de analizi gerçekleştirilmiştir.

Mitoz bölünme ile bölünen ve bölünme sonucu oluşan hücrelerin sahip oldukları genetik bilginin karşılaştırılmasının istendiği soruya bir yanıt vermeyen 4 (DG1: 1, DG2: 2, KG:1) öğrenci aynı zamanda bir açıklamada da bulunmamıştır. Benzer biçimde, uygulama öncesinde mitoz bölünme ile bölünen ve bölünme sonunda oluşan hücrelerin sahip oldukları genetik bilginin aynı olacağı cevabını veren 8 öğrenci (DG1: 3, DG2: 1, KG:4) vermiş oldukları cevap için bir açıklama yapmamıştır. Diğer öğrenciler tarafından yapılan açıklamalarda belirlenen nedenler kategorize edilerek doğru ve alternatif nedenler başlığı altında incelenmiştir.

Doğru cevabı vererek alternatif nedenler ileri süren öğrencilerin açıklamaları değerlendirilmiştir. Öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda gerçekleşen bölünme olayını yorumlamaya çalışarak bilimsel kanıtlar üretmeye çalıştıkları tesbit edilmiştir. DG2 ve KG grubundan birer öğrenci genetik bilginin soruda belirtilen deri hücresinin bölünmesi yoluyla oluşan yeni bir deri hücresine değişmeden aktarılmasını mayoz bölünme olayı ile açıklamaya çalışmışlardır. Bu durum öğrencilerin konu ile ilgili terminolojide ciddi yanlışlıklara ve kavram karmaşalarına sahip olduklarını göstermektedir. Yine uygulama öncesinde DG1 grubundan 1 ve KG grubundan 2 öğrenci, bölünme sonucu oluşan hücre ile bölünen hücrenin genetik bilgisinin değişmeyeceğini çünkü “aynı sayıda kromozoma sahip” olduklarını belirterek kavram karışıklığına düşmüşlerdir. Oysaki, genetik bilginin aynı ya da farklı olması kromozom sayısından bağımsızdır. Alternatif neden öne süren öğrencilerden 7’si (DG1: 2, DG2: 3, KG:2) hem bölünen hem de bölünme sonucu oluşan hücrenin aynı canlı türüne ait olması nedeniyle sahip oldukları genetik bilginin de aynı olması gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı canlı türlerinin birbirlerinin genetik olarak aynı olması gerektiği düşüncesi öğrencileri yanlış anlamaya sevk etmiştir. Son alternatif neden ise diğer alternatif nedenlerin aksine, hem uygulama öncesinde (DG2: 1, KG:2) hem de uygulama sonrasında (DG1: 1) kalıtsal veya genetik bilginin evrensel olduğu ve değişmeyeceği yönünde kavram yanılgısına sahip öğrencilerde rastlanmıştır. Alternatif öğrenci nedenlerinin yanı sıra doğru öğrenci nedenleri de öğrencilerin cevaplarının nedenlerini belirtmek için yaptıkları açıklamalar incelenerek belirlenmiştir.

Bölünen deri hücresinin sahip olduğu genetik bilgi ile bölünme sonucu oluşan deri hücresinin sahip olduğu genetik bilginin karşılaştırılmasının yapılmasının istendiği soruya doğru cevap veren öğrencilerin açıklamaları incelenmiştir. Öğrencileri doğru cevaba yönelten doğru nedenler naif doğru, kısmen doğru ve tam doğru nedenler olarak sınıflandırılarak incelenmiştir. Yaptıkları karşılaştırmada daha çok iki hücrenin yapısal özelliklerini ve işlevini dikkate alan öğrencilere rastlanmıştır. Uygulama öncesinde 23 (DG1: 9, DG2: 11, KG:3) ve uygulama sonrasında 14 (DG1: 2, DG2: 8, KG:4) öğrenci aynı görevi, işlevi yerine getiren aynı yapıdaki hücrelerin (somatik, vücut ya da deri hücresi) yani bölünen ve oluşan hücrelerin deri hücresi olmasının aynı genetik bilgiye sahip olunmasını gerektirdiğini belirterek naif doğru nedenler ileri sürmüşlerdir. Bu öğrencilerden bir yapmış olduğu açıklamada nedenselliğini şöyle ifade etmiştir: “oluşan hücreye bilgi ata hücresinden gitmiştir. Bölünen hücredeki genetik bilgi kopyalanarak bölünme sonucu oluşan hücreye aktarılır”. Öte yandan, genetik bilginin bölünen ve bölünme sonucu oluşan deri hücrelerinde değişmeden aynı kalmasını hücrelerin işlevi veya yapısal özellikleri yerine gerçekleşen bölünme olayı ile bağdaştırarak açıklamaya çalışan öğrenciler de olmuştur. Uygulama öncesinde 35 (DG1: 12, DG2: 10, KG:13) ve uygulama sonrasında 67 (DG1: 24, DG2: 20, KG: 23) öğrenci genetik bilginin değişmeden aynı kalmasına, gerçekleşen bölünmeyi yani mitoz bölünmeyi bir neden olarak göstererek kısmen doğru nedenler ileri sürmüştür. Bu öğrenciler, “mitoz bölünme sonucunda genetik çeşitlilik meydana gelmez”, “genetik bilgi mitozla değişmez”, “mitozla kalıtsal yapı korunur” şeklinde kısa açıklamalar yaparak sahip oldukları nedenleri ifade etmişlerdir. Uygulama öncesinde, mitozda genetik bilginin değişmemesinin nedenini parça gen değişimi (krosing-over) olayının görülmemesi olarak açıklayan öğrenci olamamıştır. Ancak, uygulama sonrasında her üç gruptan yalnızca birer öğrenci parça gen değişimi ve kardeş kromozomların anafazda ayrılması olayına değinerek bilimsel olarak doğru kabul edilen tam doğru nedeni cevaplarına neden olarak göstermiştir.

Öğrencilerin mitoz bölünme ile ilgili sahip oldukları kavramlar, mitoz bölünmenin hangi dokulara ait hücrelerde gerçekleşebileceğinin sorulduğu kavram testinin mitoz bölünme ile ilgili birinci bölümün üçüncü sorusu üzerinden sorgulanmaya devam edilmiştir. Soruda kas, deri, mide, böbrek gibi somatik, testis ve ovaryum gibi gametik hücreleri barındıran organlarda mitoz bölünmenin gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini nedenleriyle birlikte belirtilmesi istenmiştir. Öne sürülen nedenler öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda gruplandırılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ortaya çıkan dağılım Tablo 30’da görülmektedir.

Tablo 30. Mitoz bölünmenin gerçekleştiği dokulara ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden	Öntest			Sontest		
	DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
D Kas ve gametik dokular hariç						
Özelleşen kas hücreleri ve üreme hücreleri mitozla bölünmez	1	0	0	1	0	0
Sadece somatik dokular						
KD Vücut hücreleri büyüme ve onarım için mitozla bölünür	0	0	0	3	1	1
N Vücut hücreleri mitozla bölünür, üreme hücreleri bölünmez	13	13	14	16	16	17
Boş	4	2	2	1	0	0
Tüm hücrelerde görülür*						
KY Diploid (2n) kromozomlu hücreler mitozla bölünür	2	3	2	0	0	0
YA Mayozun bir bölümünde mitoz görülür	1	2	3	0	0	0
Kas dokusu hariç						
KD Sadece kas hücreleri özelleştiği için mitozla bölünmez	0	0	0	4	7	6
Belirli bir düzende olmayan ya da boş						
KK Vücut hücreleri mitozla bölünür, üreme hücreleri bölünmez	1	3	3	2	2	1
Boş	6	6	4	1	3	3
Bilmiyorum						
Boş	0	0	0	0	0	0

Öğrencilerin kas, sperm, yumurta, deri, mide ve böbrek hücrelerinden her birinin mitoz bölünme geçirip geçiremeyeceği ile ilgili vermiş oldukları ayrı ayrı cevaplar kendi içinde sınıflandırılarak incelenmiştir. Örneğin, uygulama öncesinde ve sonrasında DG1 grubundan 1 öğrenci üreme hücrelerinin yanı sıra kas hücrelerinin de bölünemeyeceği cevabını vermiştir. Uygulama öncesinde 13 öğrenci (DG1: 3, DG2: 5, KG: 5) soruda belirtilen bütün hücrelerde mitoz bölünme meydana gelebileceği cevabını vermiştir. Uygulama sonrasında ise 17 öğrenci (DG1: 4, DG2: 7, KG: 6) sadece kas hücrelerinin mitoz bölünme yapamayacağı cevabını vermiştir. Vücut hücresi ve üreme hücresi ayrımını yapan uygulama öncesi 48 öğrenci (DG1: 17, DG2: 15, KG: 16) ve uygulama sonrası 55 öğrenci (DG1: 20, DG2: 17, KG: 18) kas, deri, mide ve böbreklerde mitoz bölünme meydana gelirken sperm ve yumurtada mitoz bölünmenin görülmeyeceği yönünde işaretlemeler yaparak bir cevap oluşturmuşlardır. Son olarak, uygulama öncesinde 23 (DG1: 7, DG2: 0, KG: 7) ve uygulama sonrasında 12 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 4) öğrencinin boş ya da bir düzende olmayan işaretlemeler yaparak bir cevap oluşturamadıkları gözlemlenmiştir. Öğrencileri bu cevapları vermeye yönelten sebepler ise yapmış oldukları açıklamalar incelenerek ortaya çıkarılmıştır.

Soruya konu edilen hücreler arasında bir karşılaştırma yaparak aralarındaki farklı özellikleri dikkate alması ve hücrelerin özelliklerine göre cevap vermesi gereken öğrencilerin hücreleri karşılaştırmada kullandıkları kriterler ve bu kriterlerin altında yatan nedenler sorunun devamında yapılan açıklamalar incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır. Gerek uygulama öncesinde 24 öğrenci (DG1: 10, DG2: 8, KG: 6) gerek uygulama sonrasında 8 öğrenci (DG1: 2, DG2: 3, KG: 3) tarafından cevaplara ilişkin herhangi bir

açıklama yapılmamış olsa da ortaya çıkarılan doğru ve alternatif nedenler kategorize edilerek verilen cevaplara bağlı olarak değerlendirilmiştir.

Uygulama öncesinde alternatif öğrenci nedenlerine soruda verilen hücrelerin tamamında mitoz bölünme meydana gelebileceği cevabını veren öğrencilerin açıklamalarında rastlanmıştır. Uygulama öncesinde 7 öğrenci (DG1: 2, DG2: 3, KG: 2) mitoz bölünmenin gerçekleşebileceği dokuları belirlemek için hücrelerin sahip oldukları kromozom sayılarını dikkate aldıkları yönünde açıklamalarda bulunmuştur. DG1 grubunda yer alan bir öğrenci, “tüm hücreler $2n$ olduğundan mitoz görülür” açıklamasıyla ifade etmiştir. Öğrencilerin bilgilerini, sadece $2n$ yani diploid sayıda kromozom taşıyan hücrelerde mitoz bölünme meydana geldiği biçimindeki yanlış kavramlar üzerine inşa ettikleri anlaşılmıştır. Oysaki, mitoz bölünmenin gerçekleşmesi için hücrelerin diploid sayıda kromozom taşıması gibi bir ön koşula ihtiyaç yoktur. Diploid sayıda kromozom taşıyan hücrelerin yanı sıra poliploid sayıda (triploid, tetraploid vs.) kromozom taşıyan hücrelerde de mitoz bölünme görülebilir. Bir başka alternatif nedenselliğe yine soruda verilen hücrelerin hepsinde mitoz bölünme meydana gelebileceği yönünde cevap veren öğrencilerde rastlanılmıştır. Uygulama öncesinde 6 öğrenci (DG1: 1, DG2: 2, KG: 3) mayoz bölünmenin bir bölümünde mitoz bölünme gerçekleştiğini belirterek kavram yanlışlığı barındıran açıklamalar yapmışlardır. Bu durum öğrenci açıklamalarına kısaca, “mayozun bir bölümü mitoz olduğundan” ifadesi ile yansıtılmıştır. Mayoz bölünmenin iki aşamada gerçekleştiği ve özellikle ikinci aşamanın mitoz bölünmeye benzetilmesi olayının yanlış yorumlanması öğrencilerde mayoz bölünmenin bir kısmında da mitoz bölünme görüldüğü yönünde alternatif nedenlerin oluşmasına sebep olmuştur.

Uygulama sonrasında yapılan açıklamalar incelendiğinde hücre bölünmeleri ile ilgili yanlış anlamaların neden olduğu kavram yanlışlıklarının ortadan kalktığı ancak kas hücreleri ile ilgili olarak bazı yanlış anlamaların öğrencileri alternatif nedenler öne sürmeye yönelttiği tespit edilmiştir. Her üç gruptan toplam 17 öğrenci (DG1: 4, DG2: 7, KG: 6) soruda belirtilen hücrelerden sadece kas hücrelerinde mitoz bölünmenin gerçekleşmeyeceği yönünde açıklamalarda bulunmuştur. Yapılan açıklamalarda “kas hücreleri özelleştiği için mitoz geçiremez” ifadelerine rastlanılmıştır. Gelişimin belirli bir aşamasında kas hücreleri özelleşerek bölünme yeteneklerini yitirir. Ancak, bu öğrenciler aynı zamanda sperm ve yumurta hücrelerinin de mitoz bölünme geçirebileceğini belirterek soruya yanlış yanıt oluşturmuşlardır.

Belirli bir düzene uymayan ya da boş işaretlemeler yaparak soruya cevap veren öğrencilerin yaptıkları açıklamalar da incelenmiştir. İçlerinden uygulama öncesinde 7 (DG1: 1, DG2: 3, KG: 3) ve uygulama sonrasında 5 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 1) öğrencinin vücut hücreleri veya üreme hücrelerini dikkate alarak bir neden öne sürdükleri

belirlenmiştir. Vücut hücrelerindemitoz bölünme meydana geleceği veya üreme hücrelerinde mitoz bölünme meydana gelmeyeceği bilgisine sahip olan bu öğrenciler bilgilerini pratiğe dökme konusunda zorluk yaşamışlar ve doğru işaretlemeleri yaparak doğru cevabı oluşturamamışlardır.

Alternatif neden içermeyen açıklamalarda ortaya çıkan nedenler de incelenerek kategorize edilmiştir. En fazla doğru öğrenci nedenlerine kas, böbrek, mide ve bağırsak organlarında yer alan dokuları oluşturan hücrelerde mitoz bölünmenin gerçekleşeceği ancak testislerdeki sperm ve ovaryumdaki yumurta hücrelerinde mitoz meydana gelmeyeceği cevabını belirten öğrencilerin açıklamalarında rastlanmıştır. Uygulama öncesinde 40 öğrenci (DG1: 2, DG2: 2, KG: 1) ve uygulama sonrasında 49 öğrenci (DG1: 16, DG2: 16, KG: 17) tarafından vücut hücresi (somatik hücre) veya üreme hücresi (gametik hücre) ayrımı yapılarak bir neden belirtilmiştir. Öğrenciler açıklamalarında “vücut hücrelerinde mitoz olur” ya da “üreme hücrelerinde mitoz görülmez” ifadelerine yer vermişlerdir. Cevaplarının nedenini sadece hücrelerin özellikleri ile belirlemeye çalışan bu öğrenciler naif doğru olarak kabul edilen nedenler öne sürmüşlerdir. Uygulama sonrasında 5 öğrenci ise (DG1: 3, DG2: 1, KG: 1) vücut hücrelerinin onarım, büyüme gibi işlevleri yerine getirebilmek için mitoz bölünme yapabilmesi gerektiğine yönelik açıklamalarda bulunmuştur: “bu hücreler (vücut hücrelerini kastederek) tamir, rejenerasyon gibi fonksiyonları yapmak zorundadır”. Açıklamalarında mitoz bölünmenin nedeni ile mitoz bölünme gerçekleşen hücreler arasında bir sonuç ilişkisi kuran öğrenciler kısmen doğru nedenlerini ifade etmişlerdir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında vücut hücrelerinin yanı sıra kas hücrelerinin de mitoz bölünme yapamayacağını belirten DG1 grubundan bir öğrenci, sperm ve yumurtanın üreme hücresi olduğu için, kas hücrelerinin ise belirli bir olgunluğa ulaştıktan sonra bölünme özelliklerini yitirdikleri için mitoz bölünme yapamayacakları açıklamasında bulunduğu anlaşılmıştır. Kas hücrelerinin yanı sıra sinir hücreleri de özelleşerek gelişimin belirli bir döneminden sonra mitoz bölünme geçiremez hale gelirler. Benzer biçimde olmasa bile alyuvarlarımız da gelişimleri esnasında çekirdeklerini kaybeder ve bölünme özelliklerini yitirmiş olurlar. Bilimsel gerçeğin tüm yönlerini barındıran bu öğrencinin öne sürdüğü neden ise tam doğru olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, doğru cevap veren öğrencilerin genelinin, vücut hücrelerinde mitoz görüldüğü ancak gametik hücrelerde görülmediği biçiminde bir nedenselliğe sahip oldukları, sınırlı sayıda öğrencinin açıklamalarını mitozun amacı ile sonucu arasında bir ilişki kurarak açıklamaya çalıştıkları ve yalnızca bir öğrencinin ise özelleşen dokularda yer alan hücrelerin gelişimin belirli bir aşamasından sonra mitoz bölünme özelliklerini kaybettikleri bilgisine sahip olduğu görülmektedir.

Mitoz bölünme ile ilgili kavramların sorgulandığı kavram testinin birinci bölümündeki son soruda hayvanlarda olduğu gibi bitkilerde de mitoz bölünmenin gerçekleşip gerçekleşmediği sorulmuştur. Ayrıca, bitkilerde neden mitoz bölünme görüldüğüne ya da görülmediğine ilişkin açıklama yapmaları da istenmiştir. Verilen cevaplar ve yapılan açıklamalar incelenerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 31'de görülmektedir.

Tablo 31. Bitkilerde mitoz bölünmeye ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Evet*							
D	Bitkilerde de büyüme, onarım ve eşeysiz üreme vardır	7	10	5	11	7	8
D	Aynı bitkiye ait hücrelerin aynı olması gerekir	7	4	10	9	10	5
N	Bitkiler de hayvanlar gibi birer canlı varlıktır	2	2	2	2	0	1
KY	Bitki hücrelerinin yapısı hayvan hücrelerinden farklıdır	0	0	1	0	3	3
Boş		2	1	3	0	0	0
Hayır							
KY	Bitki hücrelerinin yapısı hayvan hücrelerinden farklıdır	3	4	2	6	7	9
YA	Bitkiler ve hayvanlar birbirlerinden farklıdır	1	5	3	0	1	1
KY	Bitkiler eşeysiz, hayvanlar eşeyli üreme ile çoğalırlar	0	1	1	0	0	0
Boş		1	0	0	0	0	0
Bilmiyorum							
Boş		5	2	1	0	1	1

Bitkilerde mitoz bölünmenin gerçekleşip gerçekleşmeyeceği ile ilgili soruya uygulama öncesinde 8 öğrenci (DG1: 5, DG2: 2, KG: 1) ve uygulama sonrasında 2 öğrenci (DG2: 1, KG: 1) dışındaki öğrencilerin tamamı bir cevap vermiştir. Bitki hücrelerinde mitoz bölünme gerçekleşir cevabını veren öğrencilerin uygulama öncesinde 56 öğrenci (DG1: 18, DG2: 17, KG: 21) ve uygulama sonrasında 59 öğrenci (DG1: 22, DG2: 20, KG: 19) olduğu belirlenmiştir. Uygulama öncesinde 21 (DG1: 5, DG2: 10, KG: 6) ve uygulama sonrasında 24 (DG1: 6, DG2: 8, KG: 10) öğrencinin bitkilerde mitoz bölünme gerçekleşmediği cevabını verdikleri bulunmuştur. Öğrencileri bu cevaplara yönelten nedenler soruya ilişkin yaptıkları açıklamalar incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır.

Uygulama öncesinde 15 öğrenci (DG1: 8, DG2: 3, KG: 4) ve sonrasında 2 öğrenci (DG2: 1, KG: 1) bitki hücrelerinin neden mitoz bölünme gerçekleştiği ya da gerçekleşmediğine ilişkin bir açıklama yapmamıştır. Diğer öğrenciler tarafından yapılan açıklamalar incelenmiştir. İnceleme sonuçları doğrultusunda hem bitki hücrelerinde mitoz bölünme görülebileceği hem de görülemeyeceği yönünde nedenlere rastlanmıştır. Ortaya çıkarılan nedenler doğru ve alternatif nedenler olarak kategorize edilerek değerlendirilmiştir.

Bitki hücrelerinde mitoz bölünme gerçekleşmeyeceği cevabını veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar incelenerek alternatif öğrenci nedenleri ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin yaptıkları açıklamalarda bitkiler ve hayvanlar arasındaki farklılıkları öne çıkararak cevaplarının nedenini açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Bitki ve hayvanlar

arasındaki farklılıkları yanlış yorumlayarak yanlış anlamaya düşen öğrenciler bitki hücrelerinin mitoz bölünme yapamayacağını düşünmüşlerdir. Uygulama öncesinde 9 öğrenci (DG1: 1, DG2: 5, KG: 3) ve sonrasında 2 öğrenci (DG2: 1, KG: 1) “bitki ve hayvanlar birbirinden farklıdır” açıklamasını yaparak alternatif nedenlerini yüzeysel bir biçimde ifade etmişlerdir.

Daha derinlemesine açıklamalar yaparak bitki hücreleri ve hayvan hücrelerinde görülen farklılıkları açıklamalarına konu edinen öğrenciler de olmuştur. Uygulama öncesinde 9 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 1) ve sonrasında 22 (DG1: 6, DG2: 7, KG: 9) öğrenci hücrel farklılıklara dikkat çekerek kavram karışıklığı içeren alternatif nedenler ileri sürmüştür. Öğrencilerin dikkate aldıkları farklılıklar arasında mitoz bölünme sürecinde bitki hücrelerinde iğ ipliklerinin oluşumu ve sitokinezde görülen farklılıkları yer almaktadır. Uygulama öncesinde, “bitki ve hayvan hücreleri farklı biçimde bölünür” ifadelerinde olduğu gibi daha az belirgin olarak vücut bulan bu alternatif öğrenci nedenleri uygulama sonrasında derinlik kazanmaya başlamıştır: “...bitkilerde sitokinez farklı olur. Ara lamel oluşumu vardır.”

Bitkisel dokularda mitoz bölünme gerçekleşmeyeceği yönünde cevap veren öğrencilerin öne sürdüğü bir başka neden üreme ile ilgili bir kavram yanılsına dayanmaktadır. Sadece uygulama öncesinde DG2 ve KG gruplarından birer öğrencinin yapmış olduğu açıklamada rastlanılan alternatif nedenselliğe göre bitkiler eşeysiz, hayvanlar eşeyli üreme yöntemi ile çoğalmaktadır. Bu nedenle, bitki hücrelerinin mitoz bölünme yapmaya ihtiyaçları bulunmadığı açıklamasını yapmışlardır.

Bitkilerde mitoz bölünme gerçekleştiği yönünde doğru cevap veren öğrencilerin yapmış oldukları nedenlerde de alternatif öğrenci nedenlerine rastlanmıştır. Bu öğrenciler, bitkilerde de niçin mitoz bölünmeye ihtiyaç duyulduğunu açıklamak yerine bitki ve hayvan hücreleri arasındaki farklılıklara açıklamalarında yer vermişlerdir. Uygulama öncesinde KG grubundan 1, uygulama sonrasında ise DG2 grubundan 3 ve KG grubundan 3 öğrenci bitki hücrelerinde görülen farklılıklara rağmen yine de mitoz bölünme gerçekleştiğini belirtmiştir. Soruda belirtilen asıl amacı anlamayan öğrencilerin yaptıkları açıklamalar yanlış anlama olarak değerlendirilmiştir.

Alternatif öğrenci nedenlerinin yanı sıra doğru öğrenci nedenleri de kategorize edilerek incelenmiştir. Doğru öğrenci nedenlerine açıklamalarında yer veren öğrencilerin daha çok bitki ve hayvanlar arasındaki benzer yönleri öne çıkardıkları belirlenmiştir. Uygulama öncesinde 6 öğrenci (DG1: 2, DG2: 2, KG: 2) ve uygulama sonrasında 3 öğrenci (DG1: 2, KG: 1) açıklamalarında “bitkiler de hayvanlar gibi birer canlıdır” ifadesine yer vermişlerdir. Bitkisel dokularda mitoz bölünme görülmesi şartını canlıların ortak özelliklerinden biri olarak gören öğrenciler naif doğru cevaplar vermişlerdir. Uygulama öncesinde 21 öğrenci

(DG1: 7, DG2: 4, KG: 10) ve uygulama sonrasında 24 öğrenci (DG1: 9, DG2: 10, KG: 5) ise bitkilerin mitoz bölünme ile aynı genetik bilgiye sahip hücreler meydana getirme özelliğinden hareketle açıklamalarda bulunmuşlardır. Çoğunlukla çok hücreli organizmalar olan bitkilerin mitoz bölünme ile hücre sayısını arttırdığına ilişkin yapılan açıklamalar kısmen doğru olarak değerlendirilmiştir: “Aynı bitkini sayılamayacak kadar çok hücresi vardır. Bunların hepsi mitozla oluşmuştur”. Son olarak, uygulama öncesinde 22 öğrenci (DG1: 7, DG2: 10, KG: 5) ve uygulama sonrasında 26 öğrenci (DG1: 11, DG2: 7, KG: 8) mitoz bölünmenin amacına yönelik açıklamalarda bulunmuştur. Bu açıklamalardan bazıları şöyledir: “Bitkilerde de yapım, onarım vardır”, “bitkilerde büyüme görülür”, “bitkiler eşeysiz üreme ile çoğalabilir”. Mitoz bölünmenin sonuçları ile amacı arasında bir ilişki kurarak açıklama yapan öğrencilerin cevabı bilimsel doğruya en yakın cevap olarak değerlendirilmiştir. Özetle, öğrenciler uygulama öncesinde genel olarak bitkisel dokularda da mitoz bölünme gerçekleştiği düşüncesini taşımakta, ancak bitkisel hücrelerin hayvansal hücrelere göre sahip oldukları yapısal ve işlevsel farklılıkları ve bitkilerde gözlenen üreme biçimlerini bölünme tipleriyle örtüştürmekte zorlanmaktadır.

4.1.1.2. Mayoz Bölünme ile ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Kavram testinin ikinci bölümünde öğrencilerden öncelikle bir yumurta ana hücresinin kromozomlarını gösteren şekli incelemeleri istenmiştir. Daha sonra da şekilde verilen hücrenin bölünmesi durumunda meydana gelecek olan yumurta hücrelerini de kapsayan soruları cevaplamaları beklemiştir. Öğrencilerin bu bölümde sorulara doğru cevap verebilmeleri için öncelikle ikinci bölüme konu olan bölünme tipinin mayoz bölünme olduğunun farkında olmaları gerekmektedir.

İkinci bölümün ilk sorusunda şekli verilen yumurta ana hücresinin bölünmesi sonucunda oluşacak olan yumurta hücresinin kromozom sayısının ne olacağı sorulmuştur. Öğrencilerden bölünme sonucu oluşacak olan yumurta hücresinin kromozom sayısının yumurta ana hücresindeki orijinal kromozom sayısının yarıya düşeceği ya da iki katına çıkacağı cevaplarından birini vermeleri ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini belirtmeleri beklenmiştir. Soruya verilen cevaplar ve verilen cevapların nedenlerini barındıran açıklamalar incelenerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 32’de görülmektedir.

Tablo 32. Mayoz bölünme sonucu oluşan hücredeki kromozom sayısına ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden	Öntest			Sontest		
	DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Yumurta Ana Hücresinin İki Katı						

YA	Mayoz sonucu daha fazla hücre oluşur	0	1	1	0	0	0
	Boş	0	0	1	0	0	0
Yumurta Ana Hücresi Kadar							
KY	Yumurta hücreleri aynı canlıya ait, aynı dokudandır	1	4	1	0	0	0
KK	Yumurta hücreleri mitozla oluşmuştur	0	0	1	0	0	0
	Boş	1	1	0	0	0	0
Yumurta Ana Hücresinin Yarısı*							
N	Yumurta hücresi mayozla oluşur	10	11	6	10	14	11
N	Yumurta hücrelerine genetik bilginin bir kısmı aktarılmıştır	12	7	14	16	13	15
KD	Mayozu takip eden döllenme ile kromozom sayısı artar	1	0	3	1	1	2
D	Mayozda homolog kromozomlar birbirinden ayrılır	0	0	0	1	1	0
KY	Mayozun ikinci aşamasında replikasyon olmaz	0	1	1	0	0	0
	Boş	2	1	0	0	0	0
Bilmiyorum							
	Boş	1	3	0	0	0	0

Mayoz bölünme gerçekleştiren bir yumurta ana hücrenin kromozom sayısı ile yumurta hücrenin kromozom sayısının karşılaştırılmasının istendiği soruya uygulama öncesinde DG1 grubundan 1 ve DG2 grubundan 3 öğrenci dışında bütün öğrencilerb'r cevap vermiştir. Uygulama sonrasında ise öğrencilerin tamamı soruyu cevaplandırmıştır. Öğrenciler tarafından uygulama öncesinde en fazla sayıda (DG1: 25, DG2: 20, KG: 24) belirtilen cevap, yumurta hücrenin kromozom sayısının yumurta ana hücrenin yarısı kadar kromozoma sahip olacağı yönündeki doğru cevap olmuştur. Uygulama sonrasında ise öğrencilerin tamamı doğru cevap belirtmiştir. Uygulama öncesinde yanlış cevap veren öğrenciler (DG1: 2, DG2: 5, KG: 2) yumurta hücrenin kromozom sayısının yumurta ana hücrenin kromozom sayısı kadar olacağını belirtmişlerdir. Yanlış cevap veren öğrencilerden bir kaçı ise (DG2: 1, KG: 2) yumurta hücrenin taşıyacağı kromozom sayısının yumurta ana hücrenin sahip olduğu kromozom sayısının iki katı kadar olacağı cevabını vermiştir. Verilen bu yanlış cevaplara uygulama sonrasında rastlanmamıştır. Verilen cevapların hangi nedenlerle ifade edildiğinin ortaya çıkarılması için öğrencilerin soruya verdikleri cevabı ifade etmeye yönelik olarak yaptıkları açıklamalar incelenmiştir. Sadece uygulama öncesinde 10 öğrenci (DG1: 4, DG2: 5, KG: 1) tarafından soruya yönelik bir açıklama yapılmamıştır. İncelemeler sonucunda ortaya çıkarılan öğrenci nedenleri alternatif ve doğru nedenler olarak kategorize edilerek ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

Soruda ortaya çıkarılan alternatif öğrenci nedenlerinden ilki bölünme sonucu oluşacak yumurta hücrelerinin yumurta ana hücrenin sahip olduğu kromozom sayısının iki katı kadar kromozom taşıyacağı cevabını veren öğrenci açıklamalarında rastlanmıştır. DG2 ve KG gruplarından birer öğrenci bölünme sonucunda hücre sayısı arttığı için kromozom sayısının da artacağı yönünde açıklamalar yapmıştır. DG2 grubundaki öğrenci şöyle bir açıklama yapmıştır: "Bölünme sonucu 4 hücre oluşur. Hücre sayısı artınca kromozom sayısı da artmış olur". Öğrenciler soruya konu edilen bölünme türünü mayoz olarak teşhis etmelerine ve mayoz sonucunda 4 hücre oluşacağı yönünde kestirimde bulunmalarına

rağmen bir hücrede bulunan kromozom sayısına ilişkin kavramları yanlış biçimde yorumlayarak yanlış anlama içerisinde olduklarını göstermişlerdir.

Mayoz bölünme sonucu oluşacak olan yumurta hücresinde kromozom sayının değişmeyerek yumurta ana hücresindeki kadar olacağını belirten öğrencilerin açıklamalarındaki alternatif nedenler de belirlenmiştir. Uygulama öncesinde 6 öğrenci (DG1: 1, DG2: 4, KG: 1) bölünen ve bölünme sonucu oluşan hücrelerin aynı canlıya ya da aynı dokuya ait olduğunu belirterek kromozom sayılarının da aynı olması gerektiği açıklamasını yapmışlardır. Öğrencilerin, üreme ve vücut hücreleri arasında bir ayırım yapamaması yumurta ve yumurta ana hücrelerinin kromozom sayıları noktasında kavram yanılgılı bir neden öne sürmelerine neden olmuştur. Yumurta hücrelerinin yumurta ana hücreleri ile aynı sayıda kromozom taşıyacağı cevabını veren KG grubundaki bir öğrenci ise soruya konu edilen bölünmenin mayoz bölünme olduğu ayırımına varamamıştır. Yumurta hücresinin oluşumunun mayoz bölünme sonucu değil de mitoz bölünme sonucu meydana geldiğine yapmış olduğu açıklamada yer veren öğrenci mayoz bölünmenin özelliklerini mitoz bölünmeye atfederek kavram karışıklığı içerisinde olduğunu göstermiştir. Öğrenci açıklamalarında rastlanılan bir diğer alternatif neden ise yumurta hücresinin taşıyacağı kromozom sayısının yumurta ana hücresinin sahip olduğu kromozom sayısının yarısı kadar olduğu cevabını veren öğrencilerin açıklamalarında ifade bulmuştur. DG2 ve KG grubundan birer öğrenci tarafından mayoz bölünmenin iki aşamada gerçekleşmesine rağmen tek bir replikasyon olayının olmasının kromozom sayısının yarıya inmesine neden olduğu açıklaması yapılmıştır. DG2 grubundaki öğrenci, ileri sürdüğü nedeni “mayoz 2’den önce DNA eşlenmesi olmadığı için” ifadesiyle açıklamıştır. Mayoz bölünme olayında kromozom sayının yarıya inmesi anafaz I aşamasında homolog kromozomların birbirinden ayrılması neticesinde meydana gelir. Teorik olarak bu aşamadan sonra replikasyon olsa bile anadan ve babadan gelen kromozomlar çiftler halinde bulunamayacağı için kromozom sayısının tekrar diploid olması mümkün olmayacaktır. Öğrencilerin replikasyon ve kromozom sayısının indirgenmesi kavramlarını doğru inşa edemedikleri için kavram yanılgısı içeren bir neden ileri sürdükleri anlaşılmıştır.

Bir yumurta hücresinin bölünmesi sonucu oluşturduğu yumurta ana hücresinin sahip olduğu kromozomların yarısını taşıyabileceği cevabını veren öğrencilerin açıklamalarında rastlanılan doğru nedenler de kategorize edilerek incelenmiştir. Uygulama öncesinde 33 öğrenci (DG1: 12, DG2: 7, KG: 14) ve uygulama sonrasında 44 öğrenci (DG1: 16, DG2: 13, KG: 15) yumurta hücrelerine “genetik bilginin”, “genetik şifrenin” ya da “kalıtsal bilginin” bir kısmı aktarıldığı için yumurta hücrelerinin yumurta hücrelerinin yarısı kadar kromozoma sahip olduğu yönünde açıklamalarda bulunmuştur. Uygulama öncesinde 27 öğrenci (DG1: 10, DG2: 11, KG: 6) ve uygulama sonrasında 35 öğrenci (DG1: 10, DG2: 14, KG: 11) ise

yumurta hücrelerinin yumurta ana hücresinin kromozom sayısının yarısı kadar kromozom taşımasının nedenini mayoz bölünme olarak belirtmiştir. Öğrenciler nedenlerini uygulama öncesinde “mayoz olduğundan”, “mayoz bölünme geçirdiği için” şeklinde kısa açıklamalarla ifade etmiştir. Uygulama sonrasında ise daha uzun açıklamalar yapılmış olsa da neden sonuç ilişkisi kurulmayan nedenler naif doğru olarak değerlendirilmiştir: “mayoz bölünme vücutta eşey ana hücrelerinde meydana gelir. Kromozom sayısı yarıya iner. Yumurta mayozla oluşur”.

Uygulama öncesinde 4 öğrenci (DG1: 1, KG: 3) ve uygulama sonrasında da yine 4 öğrenci (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2) mayozu takip edecek olan döllenme olayı neticesinde kromozom sayısının tekrar türe özgü sayıya ulaşılacak olması argümanını kullanarak kısmen doğru olarak değerlendirilebilecek bir neden ileri sürmüştür. Bu neden uygulama sonrasında DG1 grubundaki öğrencinin açıklamalarına şöyle yansımıştır: “Döllenme ile kromozom sayısı tekrar iki katına çıkacağından, önce(gamet oluşumunu kastederek) yarıya iner. Böylelikle kromozom sayısı sabit tutulur”.

Ne yumurta hücrelerinin oluşumunu mayoz bölünme ile açıklayan öğrenciler, ne de yumurta ana hücresindeki genetik bilginin bir kısmının yumurtaya aktarıldığını ifade eden öğrenciler, hatta hücrelerin sahip olduğu kromozom sayısını tür içi kromozom sayısının korunması çerçevesinde açıklamaya çalışan öğrenciler bile kromozom sayısının neden ya da nasıl yarıya indiği yönünde bir açıklama yapamamıştır. Ancak uygulama sonrasında DG1 ve DG2 gruplarından birer öğrenci, kromozom sayısının yarıya inmesi olayının nedenini mayoz bölünmenin anafaz I safhasında “homolog kromozomların birbirinden ayrılması” ile tam doğru neden ileri sürerek açıklamıştır.

Mayoz bölünmeyi konu edinen kavram testinin ikinci bölümünün ikinci sorusunda öğrencilerden yumurta ana hücresindeki genetik bilgi ile bu hücrenin bölünmesi ile oluşacak olan yumurta hücresindeki genetik bilgiyi karşılaştırmaları istenmiştir. Öncelikle, öğrencilerden yumurta hücresinin taşıdığı genetik bilginin bölünmesi sonucunda oluştuğu yumurta ana hücresinin sahip olduğu genetik bilgi ile farklı ya da aynı olduğu cevaplarından birini vermeleri beklenmiştir. Ardından cevaplarının gerekçelerini açıklamaları istenmiştir. Soruya verilen öğrenci yanıtları, cevap ve açıklamalar olarak incelenerek değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 33’de sunulmuştur.

Tablo 33. Mayoz bölünme sonucu oluşan hücredeki genetik bilgiye ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır							
KK	Yumurta hücresi mitozla oluşmuştur	0	0	1	0	0	0
KY	Yeni oluşan hücre de bir yumurta hücresidir	1	1	0	1	1	1

KY	Genetik bilgi evrenseldir, değişmez	1	0	1	1	1	2
KY	Yumurta hücresi aynı canlı türüne aittir	1	1	0	0	0	0
YA	Yumurtaya genetik bilgi ata hücreden aktarılmıştır	4	3	1	0	1	2
KK	Mayozla oluşan hücreler aynı sayıda kromozom taşır	0	0	3	0	0	0
	Boş	2	1	1	0	0	0
	Farklıdır*						
D	Parça gen değişimi olmuş, homolog kromozomlar ayrılmıştır	3	6	4	13	18	15
KD	Mayozla oluşan yumurta hücreleri farklı sayıda kromozom taşır	1	5	1	0	1	1
N	Yumurta mayozla oluşur	7	5	9	10	6	6
KY	Kromozomlar farklı biçimde eşlenebilir, yeni genler eklenebilir	2	1	2	1	0	0
	Boş	4	1	4	2	1	1
	Bilmiyorum						
	Boş	2	5	1	0	0	0

Tablo 33 incelendiğinde, uygulama öncesinde 8 öğrencinin (DG1: 2, DG2: 5, KG: 1) bir cevap veremediği görülmektedir. Uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı cevap vermiştir. Yumurta ve yumurta ana hücresinin taşıdığı genetik bilginin aynı olacağı cevabını uygulama öncesinde 22 öğrenci (DG1: 9, DG2: 6, KG: 7), uygulama sonrasında ise 10 öğrenci (DG1: 2, DG2: 3, KG: 5) vermiştir. Uygulama öncesinde 55 öğrenci (DG1: 17, DG2: 18, KG: 20) ve uygulama sonrasında 75 öğrenci (DG1: 26, DG2: 26, KG: 13) ise doğru cevabı vererek yumurta ve yumurta ana hücresindeki genetik bilginin farklı olacağını belirtmiştir. Öğrencileri bu cevapları vermeye iten nedenler yaptıkları açıklamalar incelenerek tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygulama öncesinde 21 öğrencinin (DG1: 8, DG2: 7, KG: 6) her hangi bir açıklama yapmadığı görülmüştür. Uygulama sonrasında ise öğrencilerin tamamı cevaplarının nedenini belirten açıklamalar yapmışlardır. Yapılan açıklamalarda verilen cevaplara yönelik öğrenci nedenleri tespit edilerek doğru ve alternatif nedenler olarak sınıflandırılmıştır.

Yapmış oldukları açıklamalarda, genetik bilginin değişim mekanizmasını doku benzerliğine ya da canlı türünün değişimine bağlı olarak ifade etmeye çalışan öğrencilerin alternatif nedenler öne sürerek soruya yanlış cevap verdikleri görülmüştür. Uygulama öncesinde 12 öğrenci (DG1: 6, DG2: 5, KG: 1) ve uygulama sonrasında 6 öğrenci (DG1: 1, DG2: 2, KG: 3) hücre, doku veya organizma düzeyinde benzerliklere açıklamalarında yer vererek bir farklılık olmadığı gerekçesiyle genetik bilginin de değişmeyeceği sonucuna ulaştıklarını ifade etmişlerdir. Bir grup öğrenci “yeni türler oluşmaz” şeklinde bir açıklama yaparak genetik bilginin tür içinde farklılık arz etmediği yönünde bir kavram yanılgısı belirtmiştir. Bir başka grup öğrenci ise bölünen ve bölünme sonucu oluşan hücrenin benzer ya da aynı dokudan olduğu üzerinde durarak “yeni oluşan hücre de yumurta hücresi olduğundan genetik bilgi değişmez” ifadeleri ile üreme ve vücut hücreleri arasında bir ayırım yapamamıştır. Bir diğer grup öğrenci ise, oluşan yumurta hücresinin kromozomlarını ya da genetik bilgisini bölünen hücreden aldığını öne çıkararak genetik bilgide bir farklılık olmayacağı yönünde açıklamalar yapmışlardır. Özetle, tür, birey ve

doku düzeyindeki benzerlikleri genetik bilginin değişmezliği ya da aynı kalması ile açıklamaya çalışan öğrenciler alternatif nedenler öne sürerek yanlış cevaplar vermişlerdir. Öğrenci açıklamalarında soruya konu edilen bölünme türüne bağlı olarak ifade edilen alternatif nedenlere rastlanmıştır. Uygulama öncesinde KG grubundan 4 öğrenci hücre bölünmeleri ile ilgili kavram karışıklığı ya da yanlış anlama içeren açıklamalar yapmışlardır. Kavram karışıklığı yaşayan iki öğrencinin, yumurta hücrelerinin mayoz bölünme ile değil de mitoz bölünme sonucu oluştuğunu ifade ettikleri anlaşılmıştır: “mitoz bölünme olduğu için”, “mitoz bölünmede genetik bilgi değişmez”. Yanlış anlamaya düşen iki öğrencinin ise, mitoz bölünmenin özelliklerini mayoz bölünmeye, yada tam tersi, attettikleri bulunmuştur: “mayoz bölünmede genetik bilgi değişmez”, “mitoz bölünme ile kromozom sayısı yarıya iner”. Uygulama sonrasında ise öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmenin özelliklerini birbirine karıştırmadığı belirlenmiştir.

Öğrenci açıklamalarında genetik bilginin evrensel olduğu ve değişmeyeceği şeklinde ifadelere rastlanmıştır. Uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, KG: 1) ve uygulama sonrasında 4 öğrenci (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2) canlılara sahip oldukları özelliklerin taşıdıkları genetik bilgi tarafından kazandırıldığı ve bu bilginin değişmez olduğu yönündeki kavram yanlışlığı ifadelere yer vermiştir. Bu durumu uygulama sonrasında DG1 grubundan bir öğrenci şöyle açıklamıştır: “yumurtayı yumurta yapan özellikler genetik olarak şifrelenmiştir. Genetik bilginin değişmesi yumurtaya özgü özelliklerin yok olmasına neden olur”.

Yumurta ana hücrenin sahip olduğu genetik bilgi ile bölünmesi sonucunda meydana getireceği yumurta hücrenin taşıdığı genetik bilgiyi karşılaştırarak farklı olacağı cevabını veren öğrencilerin ileri sürdükleri nedenler de incelenmiştir. Doğru nedenlerin yanı sıra alternatif nedenler öne sürülerek de doğru cevapların verildiği bulunmuştur. Uygulama öncesinde 5 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 2) ve uygulama sonrasında 1 (DG1: 1) öğrenci soruya doğru cevap verdiği halde gerekçesini doğru açıklayamamıştır. Öğrenciler genetik bilgidaki farklılığın sebebini, “kromozomlar farklı eşlenir”, “farklı genler ekleniyor”, genetiği kopyalanır” gibi eksik ya da hatalı açıklamalarla ifade etmeye çalışmışlardır.

Yumurta ana hücresi ve onun bölünmesiyle oluşan yumurta hücresindeki genetik bilginin birbirinden farklı olduğu cevabını vererek doğru açıklamalar yapan öğrencilerin açıklamaları da incelenmiştir. Uygulama öncesinde 21 (DG1: 7, DG2: 5, KG: 9) ve uygulama sonrasında 22 (DG1: 10, DG2: 6, KG: 6) öğrenci açıklamalarında genetik bilginin değişimine doğrudan mayoz bölünmenin neden olduğunu belirtmişlerdir. Her hangi bir neden sonuç ilişkisi gözetmeden yapılan bu tarzdaki açıklamalar naif doğru nedenler olarak değerlendirilmiştir. Uygulama öncesinde 7 (DG1: 1, DG2: 5, KG: 1) ve uygulama sonrasında 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci açıklamalarında mayozun sonuçlarına da yer vermiştir. “Mayozla kalıtsal çeşitlilik sağlanır” ve “mayozla kromozom sayısı yarıya iner”

ifadeleri ile neden sonuç ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır. Açıklamalarında yumurta hücresinin oluşmasına neden olan mayoz bölünme ve sonuçları arasında ilişki kuran öğrencilerin nedenleri kısmen doğru nedenler olarak değerlendirilmiştir. Bu öğrenciler her ne kadar bir neden sonuç ilişkisi kurabilmiş olsa da genetik bilgideki değişimin asıl kaynağına ilişkin bir açıklama yapamamışlardır. Uygulama öncesinde 13 (DG1: 3, DG2: 6, KG: 4) ve uygulama sonrasında 46 (DG1: 13, DG2: 18, KG: 15) öğrenci genetik bilgideki farklılığı parça gen değişimi, homolog kromozomların birbirinden ayrılması ve hücrenin farklı kutuplarına rastgele dağılması olaylarından en az birisiyle açıklamaya çalışmıştır. Hücreler arasındaki genetik farklılığın nasıl ortaya çıktığına ilişkin bilimsel açıklamalara en yakın olarak görülebilecek öğrenci açıklamaları ise tam doğru olarak değerlendirilmiştir. Kavram testinin mayoz bölünme ile ilgili ikinci bölümüne mayoz bölünmenin hangi organ ya da dokuları oluşturan hücrelerde meydana geldiği konusundaki öğrenci anlamaları soruşturulmuştur. Öğrencilerden soruya kas, testis, ovaryum, böbrek, deri, mide organ ve dokularında bulunan hücrelerde mayoz bölünme meydana gelip gelmeyeceğini tek tek karşısında yer alan kutucuklara işaretleme yaparak cevap vermeleri istenmiştir. Ayrıca, öğrencilerden yaptıkları işaretlemelerin nedenini de açıklamaları istenmiştir. Soruya yanıt oluşturmak üzere yapılan işaretlemeler ve açıklamalar incelenerek analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 34’de görülmektedir.

Tablo 34. Mayoz bölünmenin gerçekleştiği dokulara ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden	Öntest			Sontest		
	DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Sadece gonadlarda*						
D Tör içi çeşitlilik, kromozom sayısının sabitliği mayozla olur	0	0	0	1	2	0
KD Vücut hücrelerinde mitozla kromozom sayısı sabit tutulur	2	1	3	0	4	1
N Sperm ve yumurta mayozla oluşur	10	8	15	25	20	24
KY Diploid hücreler mayozla haploidler mitozla bölünür	5	3	5	0	0	0
Boş	4	0	1	0	1	0
Testis ya da ovaryumda						
KK Ovaryumda ya da testislerde mayoz görülür	2	4	1	1	0	1
Hep evet						
YA Her hücre bölünür	1	1	1	0	0	0
Boş	0	1	0	0	0	0
Karışık						
N Sperm ve yumurta mayozla oluşur	0	2	1	1	0	1
YA Her hücre bölünür	1	2	0	0	1	1
KY Diploid hücreler mayozla haploidler mitozla bölünür	0	0	0	0	1	0
Boş	3	7	1	0	0	0
Bilmiyorum						
Boş	0	0	0	0	0	0

Mayoz bölünmenin hangi dokularda ve hangi tip hücrelerde ne amaçla gerçekleştirildiği ile ilgili öğrenci anlamalarının araştırıldığı soruya verilen cevaplar Tablo 38’de görüldüğü gibi kategorize edilmiştir. Uygulama öncesinde 57 (DG1: 21, DG2: 12, KG: 24) ve uygulama

sonrasında 78 (DG1: 26, DG2: 27, KG: 25) öğrencinin testis ve ovaryumları diğer doku ve organlardan ayırt ederek mayoz bölünme gerçekleştirebilen hücrelere sahip olduğunu belirttikleri görülmüştür. Uygulama öncesinde 8 (DG1: 2, DG2: 5, KG: 1) ve uygulama sonrasında 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci mayoz bölünmenin sadece testislerde ya da sadece ovaryumda meydana gelebileceğini ifade etmiştir. Uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 1) öğrenci ise belirtilen doku ya da organları oluşturan hücrelerin hepsinde mayoz bölünme meydana gelebileceğini belirtmiştir. Uygulama öncesinde 17 (DG1: 4, DG2: 11, KG: 2) ve uygulama sonrasında 5 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 2) öğrencinin verdiği cevaplarda cevap verilmeyen seçenekler olduğu ve belirli bir mantıksal düzen izlemediği görülmüştür. Öğrencileri, bu cevapları vermeye iten etmenleri ortaya çıkarabilmek için öğrencilerin yaptığı açıklamalar analiz edilmiştir.

Soruda belirtilen doku ve organlarda mayoz bölünme meydana gelip gelmeyeceği ile ilgili yapılan açıklamalar incelendiğinde uygulama öncesinde 17 (DG1: 7, DG2: 8, KG: 2) ve uygulama sonrasında 1 (DG2: 1) öğrencinin verdikleri cevabın gerekçesine ile ilgili her hangi bir açıklama yapmadıkları görülmüştür. Öğrencilerin cevaplarına yönelik yazdıkları gerekçeler ise alternatif ve doğru nedenler olarak sınıflandırılmıştır.

İncelenen alternatif öğrenci nedenlerinden ilki üreme ya da vücut organ ve dokuları ayırımı yapmaksızın mayoz bölünmenin herhangi bir doku ya da organda meydana gelebileceği cevabını veren öğrencilerin açıklamalarında tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde mayoz bölünmenin her hücrede gerçekleşeceği cevabını veren her üç gruptan birer öğrenci mayoz bölünmenin doku ayırımı gözetmeksizin her hücrede meydana gelebileceğini belirtmiştir. Yanı sıra, belirli bir düzen içerisinde işaretleme yapamayarak anlamsız cevaplar oluşturan öğrencilerden uygulama öncesinde 3'ü (DG1: 1, DG2: 2) uygulama sonrasında ise 2'si (DG2: 1, KG: 1) de mayoz bölünmenin doku ayırımı gözetmeksizin her hücrede görüleceğini belirtmiştir. Bu öğrenciler üreme organlarının işlevleri ve mayoz bölünme arasında bir kavramsal bağ kuramamışlardır. Öğrenciler, bu durumu "her hücre bölünür" ya da "hücreler olgunlaşınca bölünebilir" ifadeleri ile açıklamaya çalışmışlardır.

Alternatif nedenlerden ikincisi, testis ya da ovaryumlardan yalnızca birini üreme organı olarak tanımlayabilen öğrencilerin yaptıkları açıklamalarda gözlemlenmiştir. Uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, DG2: 4, KG: 1) ve uygulama sonrasında 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci testis ya da ovaryumdan birine nedenlere yer verebilmiş diğer üreme organı ile ilgili açıklamada bulunmamıştır. Üreme organlarının birini teşhis edememe durumunun öğrenci açıklamalarına şu ifadelerle yansıdığı görülmüştür: "ovaryumda mayoz görülür", "spermiler mayoz sonucu oluşur".

Üçüncü alternatif neden mayoz bölünmenin gerçekleşebileceği hücre tipini kromozom sayısına ya da üreme hücresi olup olmasına göre değerlendirmeye çalışan öğrenciler

tarafından ifade edilmiştir. Uygulama öncesinde testis ve ovaryumları üreme organları olarak teşhis ederek bu organları oluşturan hücrelerden bazılarında mayoz bölünme meydana gelebileceği yönünde doğru cevap veren öğrencilerden 13'ü (DG1: 5, DG2: 3, KG: 5) hücrelerin haploid ya da diploid olma durumlarına göre bölünebileceği yönünde hatalı açıklamalarda bulunmuştur. Uygulama sonrasında DG2 grubundan bir öğrencinin benzer nedenleri dile getirdiği bulunmuştur. Öğrencilerden bazıları üreme organları ile üreme hücrelerini karıştırarak, “testis ve ovaryum n kromozomlu olduğundan mayoz görülmez” açıklamasını yapmıştır. Benzer biçimde kavram karışıklığı içerisinde düşen diğer öğrenciler ise üreme hücrelerinin özelliklerini vücut hücrelerine atfederek, “vücut hücrelerinin kromozomlu olduğundan mayoz olmaz” ifadelerine açıklamalarında yer vermişlerdir. Diploid kromozoma sahip olan hücrelerde mayoz bölünme gözlenirken haploid sayıda kromozoma sahip olan hücrelerde mitoz gözlenir biçimindeki kavram yanılgısı öğrenci açıklamalarına kodlamalı bir biçimde “ $2n$ olanlar mayoz” ya da “ n olanlar mitoz” biçiminde yansımıştır.

Yapılan açıklamalarda alternatif öğrenci nedenlerinin yanı sıra doğru nedenler de tespit edilmiş ve naif doğru, kısmen doğru ya da bilimsel açıklamaya yakın tam doğru olarak sınıflandırılmıştır. Testis ve ovaryumu oluşturan hücrelerde mayoz bölünme görüleceği cevabını veren öğrencilerden uygulama öncesinde 33'ünün (DG1: 10, DG2: 8, KG: 15) ve uygulama sonrasında 69'unun (DG1: 25, DG2: 20, KG: 24) bu organlarda ya da bu organları oluşturan hücrelerde mayoz bölünme meydana gelebileceğini belirtmişlerdir. Uygulama öncesinde 3 (DG2: 2, KG: 1) ve uygulama sonrasında 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci benzer gerekçeleri kullanmalarına rağmen ovaryum ya da testis organlarını üreme organları olarak değerlendirememiş ve belirli bir düzene uymayan karışık cevaplar vermişlerdir. Öğrenciler, “üreme organlarında mayoz olur”, vücut hücrelerinde mitoz görülür”, “vücut hücreleri mayoz geçirmez” ya da “eşey ana hücrelerinde mayoz görülür” ifadelerini kullanarak sahip oldukları naif nedenleri ifade etmişlerdir. Uygulama öncesinde 6 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 3) ve uygulama sonrasında 5 (DG2: 4, KG: 1) öğrenci vücut hücrelerinde mayoz bölünme görülemeyeceğini çünkü tüm vücut hücrelerinin aynı sayıda kromozom içermesi gerektiğini belirtmiştir. Açıklamalarında kromozom sayısı ile hücre bölünmesi tipi arasında neden sonuç ilişkisi kuran öğrenciler kısmen doğru nedenler ifade etmişlerdir. Uygulama sonrasında DG2 grubundan 1 ve DG2 grubundan 2 öğrenci testis ve ovaryumlardaki eşey ana hücrelerinin mayoz bölünme gerçekleştirebilme özelliğinde olmasının yanı sıra üreme organlarında gerçekleşen mayoz bölünmenin kromozom sayısının sabit tutulması ve tür içi çeşitlilik sağlanması gibi sonuçlarına da açıklamalarında yer vererek tam doğru nedenler ileri sürmüşlerdir.

Mayoz bölünme konulu kavram testinin ikinci bölümünün son sorusunda bitkilerde mayoz bölünmenin gerçekleşip gerçekleşmediği sorulmuştur. Öğrencilerden öncelikle bitki hücrelerinde mayoz bölünme gerçekleşip gerçekleşmeyeceği ile ilgili cevaplarını evet ya da hayır seçeneklerinden birini işaretleyerek cevap vermeleri istenmiştir. Daha sonra, yaptıkları işaretlemenin nedenini açıklamaları istenmiştir. Verilen cevaplar ve yapılan açıklamalar analiz edilerek incelenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 35'de görülmektedir.

Tablo 35. Bitkilerde mayoz bölünmeye ilişkin öğrenci cevapları ve nedenlerinin dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Evet*							
D	Kalıtsal çeşitlilik bitkilerde de eşeyli üremeye olur	5	2	5	1	1	0
KD	Bitkilerde de eşey hücreleri oluşur	3	3	3	9	9	5
N	Bitkiler de hayvanlar gibi birer canlıdır	3	0	0	3	1	3
KK	Bitki ve hayvan hücrelerinin yapısı farklıdır	0	0	1	0	0	0
Boş		1	1	1	6	4	5
Hayır							
KK	Bitkiler ve hayvanlar birbirlerinden farklıdır	6	3	5	5	3	5
YA	Bitki ve hayvanların üreme yöntemleri farklıdır	1	10	10	4	7	8
Boş		5	6	3	0	0	0
Bilmiyorum							
Boş		6	4	2	0	4	2

Bitkilerde mayoz bölünmenin gerçekleşip gerçekleşmeyeceği ile ilgili soruya verilen cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 12 öğrenci (DG1: 6, DG2: 4, KG: 2) ve uygulama sonrasında 6 öğrenci (DG2: 4, KG: 2) dışındaki öğrencilerin tamamının bir cevap verdiği görülmektedir. Bitki hücrelerinde mayoz bölünme gerçekleşir cevabını, uygulama öncesinde 28 öğrenci (DG1: 12, DG2: 6, KG: 10) ve uygulama sonrasında 47 öğrenci (DG1: 19, DG2: 15, KG: 13) vermiştir. Uygulama öncesinde 45 (DG1: 10, DG2: 19, KG: 16) ve uygulama sonrasında 32 (DG1: 9, DG2: 10, KG: 13) öğrencinin bitkilerde mayoz bölünme gerçekleşmediği cevabını verdikleri bulunmuştur. Öğrencileri bu cevaplara yönelten nedenler soruya ilişkin yaptıkları açıklamalar incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır.

Bitkilerde mayoz bölünme gerçekleşip gerçekleşmediğine ilişkin öğrenci gerekçeleri öğrenci açıklamalarında ortaya konan nedenler gruplandırılarak incelenmiştir. Uygulama öncesinde 29 öğrenci (DG1: 12, DG2: 11, KG: 6) ve sonrasında 21 öğrenci (DG1: 6, DG2: 8, KG: 7) bitki hücrelerinde neden mayoz bölünme gerçekleştiği ya da gerçekleşmediğine ilişkin bir açıklama yapmamıştır. Öğrenci açıklamaları tam doğru nedenler, kısmen doğru nedenler, naif doğru nedenler ve alternatif nedenler olarak kategorize edilerek değerlendirilmiştir.

Bitkilerde mayoz bölünme gerçekleşmediği cevabını veren öğrencilerin bitkilerde ve hayvanlarda görülen üreme biçimlerini konu edinen alternatif nedenlere sahip oldukları

belirlenmiştir. Uygulama öncesinde 21 (DG1: 1, DG2: 10, KG: 10) ve uygulama sonrasında 19 (DG1: 4, DG2: 7, KG: 8) öğrenci bitki ve hayvanların farklı yollarla ürettiği gerekçesiyle bitki hücrelerinin mayoz bölünme gerçekleştiremeyeceğini belirtmiştir. Bitki ve hayvanlarda gözlemlenen üreme biçimleri bilim adamları tarafından sınıflandırılarak farklı başlıklar altında adlandırılmış olsa da eşeyli üreme mekanizmasının mayoz bölünme olmaksızın mümkün olamayacağı bilinmektedir. Ancak, metagez, partenogenez, biogenez, oogenez gibi bilimsel terimler öğrencilerin kavramları karıştırmalarına ve yanlışlık anlama içeren nedenlere ulaşmalarına sebep olmuştur. Hatta bu öğrencilerden bazıları bitkilerin sadece eşeysiz olarak çoğaldıkları ya da eşeyli üreme ile çoğalmadıkları nedenine açıklamalarında yer vermiştir: “bitkiler mitozla eşeysiz ürer”, “bitkilerde eşeyli üreme olmaz”. Uygulama sırasında daha karmaşık kavram yanılgısı içeren nedenlere rastlanmıştır. DG2 grubundan bir öğrenci sahip olduğu nedenselliği şöyle ifade etmiştir, “Çiçekli bitkilerde mayoz olur, çiçeksiz bitkilerde olmaz. Çiçeksiz bitkiler spor üreterek çoğalır. Bu nedenle onlarda (çiçeksiz bitkiler) mayoz bölünme görülmez”.

Mayoz bölünmenin bitki hücrelerinde gerçekleşemeyeceği cevabını veren öğrencilerin açıklamalarında tespit edilen diğer alternatif nedenler ise bitkiler ve hayvanlar arasında görülen temel farklılıkları konu edinmektedir. Uygulama öncesinde 14 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 5) ve uygulama sonrasında 13 (DG1: 5, DG2: 3, KG: 5) öğrenci bitkiler ve hayvanlar arasında mikro ve makro düzeyde görülen ayırmalar üzerine kurulu nedenler öne sürmüşlerdir. “Bitkiler hayvanlardan farklıdır”, “bitkilerin yapıları farklıdır” gibi kısa ifadelerle makro düzeyde bitkilerle hayvanlar arasındaki farklılıkları öne süren öğrenci nedenleri belirlenmiştir. Bitki ve hayvan hücreleri arasındaki farklılıkları dile getirerek mikro düzeyde açıklamalar yaparak kavram karışıklıklarını yazılı hale döken öğrenciler de olmuştur: “bitki hücreleri hayvan hücrelerinden farklı bölünür. Boğumlanma olmaz”, “üreme hücreleri farklıdır”.

Bitkilerde mayoz bölünme görüldüğü cevabını veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar ayrıca incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda uygulama öncesinde KG grubunda bitki ve hayvan hücreleri arasında mikro düzeydeki farklılıklara bağlı nedenlerini ifade eden bir öğrencinin dışında alternatif neden öne süren öğrenciye rastlanmamıştır. Uygulama öncesinde 3 (DG1: 3) ve uygulama sonrasında 7 (DG1: 3, DG2: 1, KG: 3) öğrenci bitkilerin de mayoz bölünme gerçekleştirebileceğini çünkü onların da “canlı birer varlık” olduklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrenciler, mayoz bölünme gerçekleşmesi için canlı olmanın yeterli bir ön şart olduğu konusunda birleşmişlerdir. Aynı zamanda, bitkilerin canlı olma yönü ile hayvanlara benzediklerini ve bu nedenle bitkilerde de mayoz bölünme görülmesi gerektiğini varsayarak naif bir neden ifade etmişlerdir. Uygulama öncesinde 9

(DG1: 3, DG2: 3, KG: 3) ve uygulama sonrasında 23 (DG1: 9, DG2: 9, KG: 5) öğrenci bitkilerin de üreme hücrelerini meydana getirmesi gerektiği gerçeğini ileri sürerek kısmen doğru nedenler ileri sürmüşlerdir. Ayrıca, doğru cevap veren öğrencilerin yaptıkları açıklamaların polen ya da yumurta meydana getirmek, spor oluşturmak için mayoz bölünme yaparlar açıklaması üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Öğrenciler, bölünmelerinin hücresel seviyede gerçekleşmesi nedeniyle daha çok mikro düzeyde düşünme eğilimi içerisine girmişlerdir. Ancak, bu öğrenciler mayoz bölünmenin kalıtsal çeşitlilik ve tür içi farklılık meydana getirmek için bitkilerde de gerçekleşmesi gerektiği biçiminde bir nedenselliğe ulaşamamışlardır. Uygulama öncesinde 12 (DG1: 5, DG2: 2, KG: 5) ve uygulama sonrasında 2 (DG1: 1, DG2: 1) öğrenci makro düzeyde düşünüp mayoz bölünmenin amacına atıfta bulunmuştur. Bu öğrenciler eşeyli üreme ve kalıtsal çeşitlilik, tür içi farklılık ile bağlantılı olarak verdiği cevabın nedenini ifade edebilmiş ve bilimsel açıklamaya en yakın tam doğru neden olarak değerlendirilen açıklamaları yapmıştır.

4.1.1.3. Üreme ile ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Mitoz bölünme ile ilgili birinci bölüm ve mayoz bölünme ile ilgili ikinci bölümün ardından kavram testinin üçüncü bölümünde öğrencilerin üreme ile ilgili kavramları araştırılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin gametlerin oluşumunun ardından döllenme olayının gerçekleşmesi ve döllenmenin amacı, tek hücrelilerde, hayvanlarda ve bitkilerde eşeyli ve eşeysiz üremenin nasıl meydana geldiği ile ilgili sahip oldukları kavramsal anlama düzeyleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Üçüncü bölümün başlangıcında bir yumurta hücresinin kromozom sayısını gösterir bir şekil verilerek yumurta ve sperm hücresinin döllenmesi ile yeni bir hücrenin meydana geldiği bilgisi öğrencilere aktarılmıştır. Birinci soruda aktarılan bilgiye bağlı olarak şekli gösterilen yumurta hücresinin döllenme olayı sırasında birleşeceği sperm hücresinin kaç kromozom sayısına sahip olacağı sorulmuştur. Öğrencilerden diğer sorularda olduğu gibi önce cevaplarını vermeleri ardından da verdikleri cevapların nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Verilen cevaplar uygulama öncesinde ve sonrasında analiz edilerek incelenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36. Üç haploid kromozom taşıyan yumurta hücresinin dölleneceği sperm hücresinin taşıyacağı kromozom sayısına ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
KK	6 kromozomlu Yumurtadaki 3'e spermden de 3 gelir 6 olur	0	0	1	0	0	0

	Sperm hedef şaşılabileceğinden fazla kromozomludur	0	1	0	0	0	0
	3 kromozomlu*						
D	Mayozla oluşan eşey hücreleri döllenerek 2n bireyler oluşturur	6	5	0	15	16	14
KD	Eşey hücreleri birleşeceğinden uyumlu olmalıdır	10	10	14	9	8	11
N	Aynı canlıya ait sperm ve yumurta aynı tip hücredir	0	0	6	0	0	0
KK	Mayozla oluşan sperm ve yumurtanın kromozomları aynıdır	4	1	1	4	5	3
	Boş	1	5	3	0	0	0
	2 kromozomlu						
KY	Sperm 2n kromozomludur	3	0	0	0	0	0
	Boş	0	1	0	0	0	0
	Bilmiyorum						
	Boş	4	6	3	0	0	0

Tablo 36’da sperm ve yumurta hücrelerinin taşıdığı kromozom sayısı ile hücre bölünmeleri ve üreme arasındaki kavramsal ilişkilerin sorgulandığı soruda, haploid 3 kromozom taşıyan bir yumurta hücrelerini döleyecek olan sperm hücrelerinin taşıyacağı kromozom sayısına ilişkin verdikleri cevaplar gösterilmektedir. Uygulama öncesinde 66 (DG1: 21, DG2: 21, KG: 24) ve uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı haploid 3 kromozomlu bir yumurta hücrelerini döleyecek olan sperm hücrelerinde yumurta hücrelerindeki kadar kromozom bulunması gerektiğini belirtmiştir. Uygulama öncesinde 4 (DG1: 3, DG2: 1) öğrenci soruya konu edilen sperm hücrelerinin 2 kromozomlu olması gerektiği cevabını vermiştir. Yine uygulama öncesinde 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci sperm hücrelerinin yumurta hücrelerinin 2 katı kadar kromozom bulunması gerektiği cevabını vermiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 13 (DG1: 4, DG2: 6, KG: 3) öğrencinin soruya bir cevap veremedikleri görülmektedir.

Bir yumurtayı döleyecek olan sperm hücrelerinin sahip olması gereken kromozom sayısına ilişkin verilen cevapların gerekçelerini içeren öğrenci açıklamaları incelenmiştir. Uygulama öncesinde 23 (DG1: 5, DG2: 12, KG: 6) öğrenci kromozom sayısı verilen bir yumurta hücrelerini döleyecek olan sperm hücrelerinin taşıyacağı kromozom sayısına ilişkin bir açıklama yapmamıştır. Öğrencilerin yaptıkları açıklamalar doğru ve alternatif nedenler olarak kategorize edilerek değerlendirilmiştir.

Bir sperm hücrelerinin döleyeceği yumurta hücrelerinin taşıdığı kromozom sayısından daha fazla kromozom taşıması gerektiği cevabını veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar incelenerek öğrencilerin sahip oldukları alternatif nedenler tespit edilmeye çalışılmıştır. KG grubundan bir öğrenci soruyla ilgili yanlış anlamasını şöyle ifade etmiştir: “Yumurtada 3 tane varsa spermden de 3 tane gelir. Toplam 6 olur”. Sperm hücrelerinin dölenecek yumurta hücrelerinden daha fazla kromozom içermesi gerektiği cevabını veren DG2 grubundan bir başka öğrenci ise döllenme esnasında yumurtaya nazaran çok sayıda sperm üretilmesinden hareketle kavram yanılgısı içeren bir açıklama yapmıştır: “Sperm hedefi şaşılabileceğinden daha fazla kromozom taşınmalıdır”.

Spermin değil de döllenecek olan yumurta hücrelerinin daha fazla sayıda kromozom içermesi gerektiği cevabını veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda ileri sürülen alternatif nedenler belirlenmiştir. Uygulama öncesinde DG1 grubundan 3 öğrenci sperm hücrelerinin de tıpkı vücut hücreleri gibi diploid sayıda kromozom taşıdığını açıklamalarında ifade etmişlerdir. Eşey hücrelerini üreme hücrelerinden ayırt edemeyen öğrencilerin kavram yanılgısına düşerek sperm hücrelerinin de diploid ($2n$) sayıda kromozom taşıdığını düşündükleri anlaşılmıştır.

Yumurta hücrelerini dölleyecek sperm hücrelerinin, yumurta hücrelerinin taşıdığı kromozom sayısı kadar kromozom taşıması gerektiğini belirterek soruya doğru cevap veren öğrencilerin açıklamalarında da alternatif nedenlere rastlanmıştır. Uygulama öncesinde 6 (DG1: 4, DG2: 1, KG: 1) ve uygulama sonrasında 12 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 3) öğrenci, açıklamalarında “sperm ve yumurta aynı bölünme sonucu olduğundan kromozomları da aynıdır” nedenselliğine yer vermiştir. Bu öğrenciler, eşey hücrelerini vücut hücrelerinden ayırt etmiş olmalarına rağmen hücre bölünmeleri ile ilgili kavramlara yeterince hakim olamamalarından dolayı yanlış anlama içeren alternatif nedenler öne sürmüşlerdir. Bu nedenle, bir öğrenci “yumurta hücresi $3n$ ise sperm hücresi de $3n$ kromozoma sahiptir” ifadesiyle soruda belirtilen eşey hücrelerinin üç kromozomlu olduğunu belirtmek isterken triploid olduğu açıklamasını yapmıştır. Bir başka öğrenci ise, uygulama öncesinde “Sperm de, yumurta da aynı bölünür. Spermin de yumurtanın da kromozomları aynıdır” açıklamasını yaparak tüm sperm ve yumurta hücrelerinin kromozomlarının aynı olduğunu iddia etmiştir. Oysaki sperm ve yumurta hücreleri mayoz bölünmenin bir ürünü olarak karşımıza gelseler bile birbirlerinden parça gen değişimi, kardeş kromatidlerin rastgele dağılımı gibi olaylar neticesinde genetik bilgi anlamında farklılaşmaktadır.

Doğru nedenler ileri sürerek doğru cevaplar veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar da kategorize edilerek incelenmiştir. Uygulama öncesinde KG grubundan 6 öğrenci sperm ve yumurta hücrelerinin eşit sayıda kromozom taşımaları gerektiğini çünkü ikisinin de eşey hücresi olduğunu ya da sperm ve yumurta hücrelerinin aynı canlı türüne ait olmaları nedeniyle aynı sayıda kromozom taşımaları gerektiğini belirterek naif doğru nedenler ileri sürmüşlerdir. Uygulama öncesinde 34 (DG1: 10, DG2: 10, KG: 14) ve uygulama sonrasında 28 (DG1: 9, DG2: 8, KG: 11) öğrenci eşey hücrelerindeki kromozom sayısı ile dölleme arasında bir ilişki kurarak gametlerin birleşmesi ve uyumlu olması gerektiğini öne çıkaran açıklamalar yapmıştır. Anadan gelen genetik bilgiyi taşıyan yumurta hücrelerinin babadan gelen genetik bilgiyi taşıyan sperm hücresiyle eşleşecek olması nedeniyle eşit sayıda kromozom taşımaları gerektiği açıklamasını yapan öğrenciler kısmen doğru nedenler belirtmiştir. Uygulama öncesinde 11 (DG1: 6, DG2: 5) ve uygulama sonrasında 45 (DG1: 15, DG2: 16, KG: 14) öğrenci mayoz bölünme sonucu

oluşan haploid kromozom sayısına sahip yumurtanın kendisi gibi haploid sayıda kromozom taşıyan sperm hücresi ile birleşerek diploid kromozom sayısına sahip bir birey meydana getirebileceği ve böylece genetik bilginin nesilden nesile kromozom sayısı değişmeden aktarılabileceğini belirterek bilimsel açıklamaya yakın tam doğru olarak kabul edilen nedenler ileri sürmüştür.

Üçüncü bölüme eşeyli üreme ve döllenme kavramlarının genetik kavramlarla ilişkisinin yoklandığı ikinci soru ile devam edilmiştir. Bölümün başlangıcında kromozom sayısını gösterir şekli verilen yumurtanın bir sperm tarafından döllenmesi sonucunda oluşacak olan hücrenin, yani zigotun, ne kadar kromozoma sahip olacağı sorulmuştur. Uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında öğrencilerin soruya vermiş oldukları cevaplar ve cevaplarının nedenlerini belirtmek üzere yapmış oldukları açıklamalar birlikte incelenerek kategorize edilmiştir. İnceleme sonucu elde edilen bulgular Tablo 37’de sunulmuştur.

Tablo 37. Üç haploid kromozom taşıyan yumurta hücresinin döllenmesiyle oluşacak zigotun sahip olacağı kromozom sayısına ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
6 kromozomlu							
D	Döllenme ile hücreler kendi türünün kromozom sayısına ulaşır	0	1	0	2	5	2
KD	Ana ve babadan gelen kromozomlar birleşerek çiftler oluşturur	0	0	1	6	1	1
N	n kromozomlu eşey hücrelerinin birleşmesiyle 2n zigot oluşur	3	1	0	20	22	24
KK	Zigot 3n kromozomlu eşey hücrelerinin birleşmesiyle oluşur	2	7	11	0	0	0
	Boş	3	1	3	0	0	0
3 kromozomlu							
KY	Aynı tür canlıya ait hücreler aynı sayıda kromozom taşır	5	2	4	0	0	0
KK	Zigot 3n kromozomlu eşey hücrelerinin birleşmesiyle oluşur	7	4	2	0	0	0
	Boş	3	4	1	0	0	0
2 kromozomlu							
YA	Döllenme sonucu oluşan zigot 2n kromozomludur	0	2	0	0	0	0
	Boş	1	0	0	0	0	0
Bilmiyorum							
	Boş	4	7	6		1	1

Tablo 37’de görüldüğü gibi uygulama öncesinde 33 (DG1: 8, DG2: 10, KG: 15) ve uygulama sonrasında 83 (DG1: 28, DG2: 28, KG: 27) öğrenci zigotun eşey hücrelerinin iki katı kadar kromozoma sahip olması gerektiği cevabını vermiştir. Uygulama öncesinde 32 (DG1: 15, DG2: 10, KG: 7) öğrencinin ise, zigotun eşey hücreleri ile aynı sayıda kromozoma sahip olacağı cevabını verdiği görülmektedir. Yine uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 2) öğrenci zigotun iki kromozoma sahip olacağını belirtmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 17 (DG1: 4, DG2: 7, KG: 6) ve uygulama sonrasında 2 (DG2:1, KG: 1) öğrencinin soruya herhangi bir cevap veremedikleri tespit edilmiştir.

Eşey hücrelerinin birleşmesi yani döllenme olayı sonucunda oluşacak olan zigotun sahip olacağı kromozom sayısına ilişkin verilen cevapların gerekçelerini içeren öğrenci

açıklamaları incelenmiştir. Uygulama öncesinde 33 (DG1: 11, DG2: 12, KG: 10) ve uygulama sonrasında 2 (DG2:1, KG: 1) öğrenci eşey hücrelerinin birleşmesi ile oluşacak olan zigotun sahip olacağı kromozom sayısına ilişkin bir açıklama yapmadığı görülmüştür. Yapılan öğrenci açıklamalar doğru ve alternatif nedenler olarak kategorize edilerek değerlendirilmiştir.

Döllenme sonucu oluşan zigotun iki kromozomlu olacağı cevabını veren öğrenciler yapmış oldukları açıklamalarında genetik terimlerle ilgili yanlış anlamalar içeren ifadelerle yer vermişlerdir. Uygulama öncesinde DG2 grubundan 2 öğrenci sahip oldukları nedenleri “zigot diploiddir” ya da “zigot $2n$ olur ifadeleri ile kısaca açıklamaya çalışmıştır. Öğrencilerin diploidi kavramı ile iki kromozoma sahip olma durumunu yanlış anlamalarının sebep olduğu neden nedeniyle zigotun iki kromozoma sahip olacağı cevabını verdikleri ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin önemli bir kısmının ise şekilde verilen yumurta hücresinin sahip olduğu kromozom sayısını doğru bir biçimde üç kromozom olarak belirlediği ve döllenme ile oluşacak olan zigotunda aynı sayıda kromozoma sahip olacağına ilişkin açıklamalar yaptığı tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde 11 (DG1: 5, DG2: 2, KG: 4) öğrenci tür içi kromozom sayısının aynı olması ilkesini yanlış yorumlamıştır. Tür içi kromozom sayısının yanlış yorumlanmasına ilişkin kavram yanılgısı içeren neden öğrenci cevaplarına “aynı canlının hücresidir”, “bir canlının hücrelerindeki kromozom sayısı aynıdır” ya da “aynı tür canlının kromozom sayısı da aynıdır” ifadeleri ile yansımıştır. Uygulama öncesinde 13 (DG1: 7, DG2: 4, KG: 2) öğrencinin döllenme sonucu oluşan zigotun eşey hücreleri ile aynı sayıda kromozom taşıdığı cevabına, kullandıkları genetik terim ve kısaltmaları karıştırmaları sonucu ulaştıkları anlaşılmıştır. Kavram, terim ve kısaltmalara yeterince hâkim olamayan bu öğrenciler, üç kromozomlu yumurtanın döllenmesiyle oluşacak zigotun “ $3n$ kromozomlu” olacağını belirtmişlerdir.

Yanlış cevap veren öğrencilerde görülen kavram karışıklarının bazılarına doğru cevap veren öğrenci açıklamalarında rastlanmıştır. Yumurta hücresinin döllenmesi ile oluşacak zigotun kromozom sayısının iki katına çıkarak altı olacağını belirten öğrenciler ekseriyetle doğru nedenler öne sürememiştir. Uygulama öncesinde 20 (DG1: 2, DG2: 7, KG: 11) öğrenci haploid kromozom taşıyan iki gametin birleşmesi ile diploid kromozoma sahip zigotun oluşmasını açıklamaya çalışırken doğru terminolojiyi kullanamamıştır. Eşey hücrelerinin haploid (n) sayıda kromozoma, zigotun da diploid ($2n$) sayıda kromozoma sahip olacağı açıklamasında bulunacakken eşey hücrelerini ya da zigotu triploid ($3n$) olarak ifade etmişlerdir.

Üreme olayında eşey hücreleri ve zigot arasındaki genetik ilişkinin kromozom sayıları üzerinden yoklandığı soruya doğru cevap veren öğrencilerin ifade ettikleri doğru nedenler

incelenmiştir. Uygulama öncesinde 4 (DG1: 3, DG2: 1) ve uygulama sonrasında 66 (DG1: 20, DG2:22, KG: 24) öğrenci açıklamalarında döllenme ile eşey hücrelerinin taşıdığı haploid sayıda kromozoma karşılık zigotun diploid sayıda kromozoma sahip olacağı nedenselliğine yer vermiştir. Bu durum öğrenci açıklamalarında “zigot $2n$ kromozomludur”, “yeni oluşan hücre vücut hücresi olduğundan $2n$ ’dir” ifadeleri ile ya da “ $n=3$ ise $2n=6$ olur” şeklinde formüllerle veyahutta “ $n \rightarrow 2n$ ” biçiminde sembollerle açıklanmaya çalışılmıştır. Eşey hücrelerinin ve zigotun kromozom sayılarının bir sebeple dayandırılmadan haploid ya da diploid olarak nitelendirildiği açıklamalar naif doğru olarak değerlendirilmiştir. Uygulama öncesinde 1 (KG:1) ve uygulama sonrasında 8 (DG1: 6, DG2:1, KG: 1) öğrenci ise, anadan ve babadan gelen kalıtsal bilgiyi taşıyan n kromozomlu eşey hücrelerinin bir araya gelmesiyle $2n$ kromozomlu zigotun oluştuğu açıklamasını yapmışlardır. Zigotun sahip olduğu diploid sayıdaki kromozomun haploid sayıda kromozom taşıyan eşey hücrelerinin birleşmesi sonucu oluştuğu açıklamasını yapan öğrencilerin ileri sürdükleri nedenler kısmen doğru nedenler olarak değerlendirilmiştir. Uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) ve uygulama sonrasında 9 (DG1: 2, DG2:5, KG: 2) öğrenci mayoz bölünme ile yarıya inen kromozom sayısının döllenme olayı sayesinde tekrar iki katına çıkarak tür içi kromozom sayısına ulaştığı ve bu sayısının sabit tutulduğuna vurgu yapabirmiştir. Mayoz bölünmenin sonuçları ile döllenme ve eşeyli üreme olaylarını içeren kavramları doğru bir biçimde yapılandıran öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar ise tam doğru olarak değerlendirilmiştir.

Üreme konusu ile ilgili kavramların sorgulanmasına partenogenez kavramının konu edildiği kavram testinin üçüncü bölümünün üçüncü soru ile devam edilmiştir. Öğrencilerden bir eşey hücresinin, yani sperm ya da yumurta hücresinin, döllenme olmadan kendi başına bir canlıyı meydana getirip getiremeyeceği sorusuna nedenleriyle birlikte yanıt vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar doğru ya da yanlış olarak değerlendirilmiş, cevapları için ileri sürdükleri nedenler ise ayrıca sınıflandırılarak uygulama öncesinde ve sonrasında incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen bulgular Tablo 38’de görülmektedir.

Tablo 38. Döllenme olmadan bir eşey hücresinin bir birey oluşturabileceğine ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
	Evet*						
D	Döllenmemiş arı yumurtasından işçi arılar oluşur	0	0	0	1	1	1
KD	Partenogenezle eşey döllenme olmadan bir birey oluşur	0	0	0	3	2	3
N	Arılarda eşey hücrelerinden bir birey meydana gelebilir	1	0	0	19	14	14
YA	Laboratuvarıda eşey hücrelerinden bir birey oluşturulabilir	0	1	0	0	1	1
KK	Hermafroditler hem dişi hem erkek özellik gösterebilir	0	0	0	1	2	2
KK	Rejenerasyonla döllenme olmadan bir birey oluşabilir	1	2	2	0	0	0

	Boş	0	1	1	0	0	0
	Hayır						
KY	Döllenme olmadan yeterli kromozom sayısına ulaşamaz	12	16	15	3	9	6
KK	Rejenerasyonla döllenme olmadan bir birey oluşabilir	6	2	3	0	0	0
	Boş	5	6	6	0	0	0
	Bilmiyorum						
	Boş	3	1	1	1	0	1

Uygulamalar öncesinde 71 (DG1: 23, DG2:24, KG: 24) ve uygulama sonrasında 18 (DG1: 3, DG2:9, KG: 6) öğrenci hayır seçeneğini işaretleyerek herhangi bir eşey hücresinin tek başına yani döllenme olmaksızın bir birey meydana getiremeyeceği cevabını vermiştir. Bir eşey hücresinin gelişerek bir birey meydana getirebileceği cevabını uygulama öncesinde 9 (DG1: 2, DG2:4, KG: 3) ve uygulama sonrasında ise 65 (DG1: 24, DG2:20, KG: 21) öğrenci vermiştir. Uygulama öncesinde 5 öğrenci (DG1: 3, DG2: 1, KG: 1) ve uygulama sonrasında 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci soruya bir cevap vermemeyi tercih etmiştir.

Eşey hücrelerinin biraraya gelemeden bir birey oluşturup oluşturamayacağına ilişkin verilen cevapların gerekçelerini içeren öğrenci açıklamaları incelenmiştir. Uygulama öncesinde 23 (DG1: 8, DG2: 7, KG: 8) ve uygulama sonrasında 2 (DG2:1, KG: 1) öğrenci bir bireyin meydana gelmesi için eşey hücrelerinin birleşmesine gerek olup olmadığına ilişkin bir açıklama yapamamıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında yapılan öğrencilerin cevaplarının sebebini açıklamak için öne sürdükleri nedenler doğru ve alternatif nedenler olarak gruplandırılmıştır.

Eşey hücrelerinin döllenme olmaksızın bir birey meydana getiremeyeceğini belirten öğrencilerin sperm ve yumurtanın bir canlı türüne özgü kromozomların ancak yarısını taşıyor olduğu açıklamasını yaptıkları görülmüştür. Uygulama öncesinde 43 (DG1: 12, DG2:16, KG: 15) ve uygulama sonrasında 18 (DG1: 3, DG2:9, KG: 6) öğrenci eşey hücrelerin türe özgü kromzom sayısına ulaşamayacağı için bir birey meydana getirebilecek özellikte olmadığı nedenini ifade etmiştir. Bu durum öğrenci açıklamalarına, “sperm ve yumurta döllenmeksizin hiç bir zaman bir bireyi meydana getirebilecek kromozom sayısına ulaşamaz” biçimindeki kavram yanlışlığı içeren ifadeler olarak yansımıştır.

Başka bir alternatif neden, hem eşey hücrelerinin bir birey meydana getirebileceğini hem de meydana getiremeyeceği cevabını veren öğrencilerin açıklamalarında rastlanmıştır. Uygulama öncesinde eşey hücreleri, döllenme olmaksızın bir birey meydana getiremez cevabını veren 11 (DG1: 6, DG2: 2, KG: 3) ve döllenme olmaksızın bir birey meydana getirebilir cevabını veren 5 (DG1: 1, DG2:2, KG: 2) öğrenci eşeysiz üreme yöntemleri ile döllenme olmadan yeni bireyler oluşabileceği görüşünü ifade etmişlerdir. Eşey hücrelerinin eşeyli üremede görevli özel hücreler olduğu ayırımına varamayan öğrenciler kavram karışıklığı içerisinde “rejenerasyonla döllenme olmadan yeni bir birey meydana gelir”

açıklamasını yapmıştır. Benzer açıklamalarda rejenerasyonla üreme yöntemi yerine tomurcuklanma ya da sporla üreme yönteminin de alabildiği görülmüştür. Uygulamalar sonrasında ise, eşey hücrelerinden döllenme olmaksızın bir birey meydana gelmesi olayının eşeysiz üreme yöntemleri neden gösterilerek açıklanmaya çalışılmadığı tespit edilmiştir.

Eşey hücrelerinin döllenme olmaksızın bir birey meydana getirebileceği cevabını veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda bir başka kavram karışıklığına rastlanmıştır. Uygulama sonrasında 5 (DG1: 1, DG2:2, KG: 2) öğrenci partenogenez kavramını bir canlının hem dişi hem de erkek üreme organlarını taşımasını ifade etmek için kullanılan erdişi ya da hermafrodizm kavramına atfetmiştir. Öğrenciler, “bazı canlılar hem dişi hem erkek özellik gösterir” ifadeleri ile döllenme olmaksızın eşey hücrelerinden bir birey meydana gelebileceğini açıklamaya çalışmıştır. Ancak, döllenme olayını eşey hücrelerinin birleşmesi olarak mikro düzeyde kavramşallaştıramamış ve bu nedenle makro düzeyde dişi ve erkek bireyler olması gerektiğini düşünerek kavram karışıklığı yaşamışlardır.

Yapılan açıklamalarda eşey hücrelerinin döllenmeden bir birey meydana getirebilmesinin biyoteknolojik uygulamalar sayesinde mümkün olabileceğini ileri süren ifadelere rastlanmıştır. Uygulamalar öncesinde 1 (DG2:1) ve uygulama sonrasında 2 DG2:1, KG: 1) öğrenci yanlış anlama içerisinde döllenme olmaksızın gametlerden bir birey meydana gelmesinin doğaüstü bir olay olarak nitelendirmiş ve ancak laboratuvar ortamında bilim adamlarının müdahalesi sonucu gerçekleştirilebileceği açıklamasını yapmıştır: “döllenme olmadan bir canlının meydana gelmesinin ancak gelişen teknoloji ile olabilir”. Gerçekten de, bugün insan oğlunun sahip olduğu teknoloji laboratuvar ortamında çekirdeği çıkartılan yumurta hücresine somatik bir hücrenin çekirdeğini yerleştirme ve bu hücrenin çoğalmasını sağlama imkanı vermektedir. Ancak, somatik hücre klonlaması adı verilen bu olayda kullanılan çekirdek daha önceden döllenmiş olan bir hücrenin çekirdeğidir ve diploid sayıda kromozom taşımaktadır. Yumurta hücresinin tek başına bir birey meydana getirmesi laboratuvar ortamında dahi mümkün olsa bile böyle bir neden sorulan sorunun kapsamı dışında kalmaktadır.

Eşey hücrelerinin döllenme olmaksızın bir birey meydana getirebileceği cevabını veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda öne sürülen nedenlerden doğru olarak kabul edilenler gruplandırılarak incelenmiştir. Uygulamalar öncesinde 1 (DG1: 1) ve uygulama sonrasında 47 (DG1: 19, DG2:14, KG: 14) öğrenci arılarda eşey hücrelerinin döllenme olmadan bir birey meydana getirebileceği açıklamasında bulunmuştur. Uygulama sonrasında 8 (DG1: 3, DG2:2, KG: 3) öğrenci açıklamalarında arılarda yumurta hücresinin döllenmeden bir birey meydana getirebileceğini ve bu olayın bilimsel isminin partenogenez olduğunu belirterek kısmen doğru nedenselliğe sahip olduğunu göstermiştir. Yine,

uygulama sonrasında her üç gruptan da birer öğrenci kraliçe arının haploid yumurtalarının döllenme olmaksızın erkek arıları meydana getirebileceği açıklamasını yapan öğrenciler ise tam doğru olarak kabul edilen nedenleri ileri sürmüştür.

Kavram testinin üçüncü bölümüne prokaryotik canlıların üremesini açıklamada kullanılan kavramların sorgulandığı dördüncü soru ile devam edilmiştir. Bu soruda bakteriler ve mavi yeşil algler gibi canlı gruplarının prokaryotik hücre yapısına sahip olduğu bilgisi verilmiştir. Öğrencilerden bu canlıların çoğalmak için izlediği yolların hangi üreme tipine uygun olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar ve cevaplarını açıklarken ileri sürdükleri nedenler analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 39’da sunulmuştur.

Tablo 39. Prokaryotların üreme biçimlerine ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
KK	Eşeyli üreme						
	Prokaryotlar gelişmiş hücre yapısına sahip canlılardır	0	1	0	0	0	0
	Boş	0	1	0	0	0	0
KK	Eşesiz üreme						
	Prokaryotlar tomurcuklanma ve rejenerasyonla ürerler	0	0	0	0	1	1
KY	Tek hücreli canlılarda döllenme görülmez	3	1	0	1	2	0
KY	Prokaryotlar gelişmemiş, basit yapıli canlılardır	0	4	2	3	0	2
KY	Prokaryotik canlılarda cinsiyet (dişi ve erkek) yoktur	1	1	0	1	2	3
KY	Prokaryotik canlılarda biyolojik çeşitlilik, farklılık yoktur	0	1	2	0	0	0
KY	Prokaryotlar mitoz bölünme sonucu ürerler	3	5	4	3	5	4
KY	Prokaryotlar ikiye bölünme yoluyla çoğalırlar	3	1	4	4	6	4
	Boş	2	7	6	1	1	2
D	Hem eşeyli hem eşesiz üreme*						
	Bölünerek eşesiz, konjugasyonla çeşitlenerek eşeyli ürer	0	0	0	4	2	2
KD	İkiye bölünerek eşesiz, konjugasyonla eşeyli ürerler	0	0	1	7	2	2
N	Prokaryotlarda birer canlı varlıktır	4	2	2	2	5	4
	Boş	6	0	1	1	1	1
	Bilmiyorum						
	Boş	6	5	6	1	2	2

Prokaryotik hücre yapısına sahip olan canlıların üreme biçimleri ile ilgili kavramların sorgulandığı soruya verilen öğrenci cevapları gruplandırılmıştır. Uygulama öncesinde 50 (DG1: 12, DG2: 20, KG: 18) ve uygulama sonrasında 47 (DG1: 13, DG2: 17, KG: 17) öğrencinin “prokaryotik canlılarda sadece eşesiz üreme görülür” cevabı üzerine yoğunlaştığı anlaşılmıştır. DG2 grubundan 2 öğrencinin ise prokaryotların yalnızca eşeyli üreme yoluyla çoğalabildiklerini düşündükleri ortaya çıkarılmıştır. Uygulama öncesinde 16 (DG1: 10, DG2: 2, KG: 4) ve uygulama sonrasında 33 (DG1: 14, DG2: 10, KG: 9) öğrenci prokaryotik canlıların hem eşeyli hem de eşesiz üreyebildikleri cevabını vermiştir. Uygulama öncesinde 17 (DG1: 6, DG2: 5, KG: 6) ve uygulama sonrasında 5 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 2) öğrenci her hangi bir cevap belirtememiştir. Öğrencilerin cevaplarını verirken kullandıkları nedenler ayrıca incelenmiştir.

Prokaryotik canlıların üreme biçimleri konusunda öğrencilerin sahip oldukları nedenler incelendiğinde öğrencilerin bir neden belirtmekte zorlandıkları söylenebilir. Uygulama öncesinde 40 (DG1: 14, DG2: 13, KG: 13) ve uygulama sonrasında 12 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 5) öğrencinin herhangi bir neden belirtmedikleri görülmüştür. Öğrencilerin açıklamalarında rastlanılan nedenler verilen cevaplar doğrultusunda doğru ve alternatif nedenler olarak gruplandırılmıştır.

Öğrenci açıklamalarında rastlanılan ilk alternatif neden prokaryotların sadece eşeyli üreme ile çoğalabileceği cevabını veren öğrencilerde gözlemlenmiştir. Uygulama öncesinde DG2 grubundan bir öğrenci “prokaryotlar gelişmiş hücre yapısına sahiptir” açıklamasını yaparak, ancak gelişmiş hücre yapısına sahip canlıların eşeyli üreme ile çoğalabileceklerini ima etmiştir. Öğrencinin, ökaryotik hücre kavramını prokaryotik hücre kavramına atfederek kavram karışıklığı içerisine düştüğü anlaşılmıştır. Ökaryotik hücrelerin aksine prokaryotik hücreler bir çekirdeği ve zarla çevrili organelleri olmayan basit hücre yapısına sahiptir. Üstelik gelişmiş hücre yapısına sahip olma eşeyli üreme için bir ön koşul değildir.

Prokaryotların sadece eşeysiz üreme yoluyla çoğalabileceği cevabını veren öğrenciler oldukça çeşitli nedenler ileri sürmüşlerdir. İleri sürülen nedenlerden ilkinde öğrenciler, prokaryotik canlıların çoğalmalarını eşeysiz üreme yöntemlerine yer vererek belirtmeye çalışmışlardır. Uygulama sonrasında DG2 ve KG gruplarından birer öğrenci prokaryotların tomurcuklanma ve rejenerasyon gibi eşeysiz üreme yöntemleri ile çoğaldıkları açıklamasında bulunmuştur: “prokaryotlar rejenerasyonla çoğalır” ve “tomurcuklanma görülür”.

Prokaryotik canlıların yalnızca eşeysiz üreme yoluyla çoğaldıklarını belirten öğrencilerin ileri sürdükleri nedenlerden ikincisi, prokaryotik hücre özellikleri ile yakından ilişkili nedenler olarak öne çıkmaktadır. Uygulama öncesinde 15 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 6) ve uygulama sonrasında 15 (DG1: 4, DG2: 7, KG: 4) öğrenci prokaryotik canlılara ait özelliklerin ancak eşeysiz üreme ile çoğalmaya olanak sağlayabileceği açıklamasında bulunmuştur. Öğrenciler, prokaryotik canlıların eşeyli üreme ile çoğalamadıklarını çünkü “gelişmemiş basit yapıları” olduklarını ileri sürmüştür. Benzer biçimde prokaryotlarda “dişi ve erkek” bireylerin yani cinsiyetin olmadığını bu nedenle eşeyli üreme olamayacağını ifade edilmiştir. Aynı biçimde, bu canlı grubunda “döllenme ve gamet oluşumu” görülmediği için eşeyli üremenin gerçekleşmeyeceği nedeni de ileri sürülmüştür. Ek olarak, prokaryotlarda “genetik çeşitlilik” görülmediği bu sebeple eşeyli üreme ile çoğalmaya ihtiyaç olmayacağı nedenselliğine rastlanmıştır.

Öğrencilerin prokaryotların sadece eşeysiz olarak çoğalabildiklerini açıklamak için kullandıkları alternatif nedenlerden üçüncüsü prokaryotlarda canlılarda görülen bölünme

tipi ve sonuçları ile ilgilidir. Uygulama öncesinde 20 (DG1: 6, DG2: 6, KG: 8) ve uygulama sonrasında 26 (DG1: 7, DG2: 11, KG: 8) öğrenci, prokaryotların bölünerek eşeysiz üreme yoluyla çoğalabileceklerini ifade etmiştir. Öğrencilerin bir kısmı “mitozla eşeysiz olarak ürer” açıklamasını yaparken diğer öğrenciler prokaryotların “bölünerek eşeysiz” üreyebileceklerini belirtmiştir. Başka bir ifade ile, öğrenci nedenleri arasında hem prokaryotların mitoz bölünme ile çoğaldığı hem de sadece ikiye bölünme yoluyla üreyebilecekleri yönünde kavram yanlışlığına sahip oldukları bulunmuştur. Prokaryotlar zarla çevrili organelleri, bir çekirdeği ve doğrusal halde kromozomları olmayan ve genellikle tek hücreli canlıların yer aldığı bir gruptur. Çember biçimindeki genetik materyalin kendini eşlemesini takip eden bir sitoplazma bölünmesi ile tek hücreli prokaryotlar çoğalabilir. Bu basit hücre bölünmesine mitozdan farklı olarak ikiye bölünme (binary füzyon) adı verilmektedir. Yani prokaryotlarda mitoz bölünme görülmez ancak onun ikiye bölünme adı verilen basit bir versiyonu görülür. Ancak, ikiye bölünme olayı da tek başına prokaryotlarda görülen üreme olaylarını açıklamaz. Çünkü, prokaryotlar aynı zamanda eşeyli olarak da çoğalmaktadır.

Prokaryotlarda hem eşeyli hem de eşeysiz üremenin gerçekleşebileceği yönünde cevap veren öğrencilerin öne sürdükleri nedenlerin tamamının doğru olarak kabul edilebilir nedenler olduğu tespit edilmiştir. Ancak, ileri sürülen nedenlerin hepsinin prokaryotlarda görülen üreme olaylarını derinlemesine açıklayabilen nedenler olmadığı anlaşılmıştır. Uygulama öncesinde 8 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 2) ve uygulama sonrasında 11 (DG1: 2, DG2: 5, KG: 4) öğrenci prokaryotların da bir canlı varlık olması sebebiyle her türlü üremeyi gerçekleştireceğini belirten naif doğru nedenler ileri sürmüşlerdir. Uygulama öncesinde 1 (KG: 1) ve uygulama sonrasında 11 (DG1: 7, DG2: 2, KG: 2) öğrenci prokaryotların bölünerek eşeysiz ve konjugasyon yoluyla eşeyli olarak üreyebileceğini belirten kısmen doğru nedenler sunmuşlardır. Uygulama sonrasında 8 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 2) öğrenci, prokaryotların bir eşeysiz üreme yöntemi olan ikiye bölünme yöntemi ile hızlı bir biçimde bölünmesinin kısa sürede sayıca artmasına, bir eşeysiz üreme yöntemi olan konjugasyonla üremesinin ise kalıtsal çeşitliliği sağlayarak farklı ortamlara uyum sağlama ve direnç gösterme gibi özelliklerin kazanılmasına sebep olacağı açıklamasında bulunarak tam doğru olarak değerlendirilen açıklamayı yapabilmıştır.

Kavram testinin üreme ile ilgili kavramların araştırıldığı üçüncü bölümünün son sorusunda bitkilerin hangi üreme yoluyla çoğaldıkları sorulmuştur. Öğrencilerden, eşeyli üreme, eşeysiz üreme ya da hem eşeyli hem eşeysiz üreme seçeneklerinden birini işaretleyerek cevap vermeleri istenmiştir. Yaptıkları işaretlemelerin nedenlerini ise yazılı olarak belirtmeleri beklenmiştir. Yapılan işaretlemeler ve bu işaretlemelere sebep olan öğrenci

nedenleri uygulama öncesinde ve sonrasında kategorize edilerek incelenmiştir. İnceleme sonuçları Tablo 40'da görülmektedir.

Tablo 40. Bitkilerin üreme biçimlerine ilişkin öğrenci nedenlerinin cevaplara göre dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Eşeyli üreme							
KK	Bitkilerde genetik çeşitlilik vardır	0	2	1	1	1	1
KK	Bitkiler gelişmiş canlılardır	6	2	0	0	0	0
	Boş	0	4	0	0	3	1
Eşeysiz üreme							
KY	Bitkilerde cinsiyet yoktur	0	1	1	1	1	1
KK	Bitkiler vejetasyonla, tomurcuklanma vb. ile ürer	3	4	3	4	5	6
YA	Bitkiler kendi kendilerini dölleyerek ürer	0	1	1	0	0	0
	Boş	5	1	2	0	0	0
Hem eşeyli hem eşeysiz üreme*							
D	Bitkiler döl alması (metagenez) ile çoğalır	0	0	0	1	2	1
KD	Bitkiler tozlaşarak eşeyli, vejetasyon vs. ile eşeysiz ürer	3	0	5	8	7	8
N	Canlılarda eşeyli ve eşeysiz üreme görülebilir	4	3	3	6	3	3
KY	Çiçeksiz bitkiler eşeysiz, çiçekli bitkiler eşeyli ürer	4	4	3	6	3	4
	Boş	2	2	5	1	4	3
Bilmiyorum							
	Boş	1	5	4	0	0	0

Bitkilerin üreme biçimleri ile ilgili kavramların sorgulandığı soruya verilen öğrenci cevapları gruplandırılmıştır. Uygulama öncesinde 22 (DG1: 8, DG2: 7, KG: 7) ve uygulama sonrasında 18 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 7) öğrencinin “bitkilerde sadece eşeysiz üreme görülür” cevabını verdikleri görülmektedir. Uygulama öncesinde 15 (DG1: 6, DG2: 8, KG: 1) ve uygulama sonrasında 7 (DG1: 1, DG2: 4, KG: 2) öğrenci ise bitkilerin yalnızca eşeyli üreme yoluyla çoğalabildikleri cevabını vermiştir. Uygulama öncesinde 38 (DG1: 13, DG2: 9, KG: 16) ve uygulama sonrasında 60 (DG1: 22, DG2: 19, KG: 19) öğrenci bitkilerin hem eşeyli hem de eşeysiz üreyebildiklerini ifade etmiştir. Uygulama sonrasında tüm öğrenciler soruya cevap verirken, uygulama öncesinde 10 (DG1: 1, DG2: 5, KG: 4) öğrenci her hangi bir cevap belirtmemiştir.

Bitkilerin üreme biçimleri konusunda öğrencilerin sahip oldukları nedenler yaptıkları açıklamalar incelenerek ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Uygulama öncesinde 31 (DG1: 8, DG2: 12, KG: 11) ve uygulama sonrasında 12 (DG1: 1, DG2: 7, KG: 4) öğrencinin herhangi bir neden belirtmedikleri görülmüştür. Öğrencilerin açıklamalarında rastlanılan nedenler verilen cevaplar doğrultusunda doğru ve alternatif nedenler olarak gruplandırılmıştır.

Bitkilerin sadece eşeyli üreme yoluyla çoğaldığı cevabını veren öğrencilerden uygulama öncesinde 8 (DG1: 6, DG2: 2) öğrenci açıklamalarında bitkilerin eşeyli üreme ilgili yapılar geliştirebiliyor olmaları sebebiyle eşeyli olarak üreyebileceklerini belirtmiştir. Öğrenciler, “bitkilerde çiçek vardır”, “bitkiler polen, çiçek, tohum oluşturur” ifadeleri ile eşeyli üreme

yapıları geliştirebilirler nedenlerini öne sürmüşlerdir. Bitkilerin gelişmiş canlılar oldukları için eşeyli üreme yapabileceği yönündeki kavram yanılgısı içeren nedenlere uygulama sonrasında rastlanmamıştır.

Bitkilerin yalnızca eşeyli üreme yaparak çoğalabileceği cevabını veren öğrencilerin ileri sürdükleri diğer bir neden ise bitkilerde görülen genetik farklılıkların temele alındığı öğrenci açıklamalarında görülmüştür. Uygulama öncesinde 3 (DG2: 2, KG: 1) ve uygulama sonrasında 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, diğer canlılar gibi bitkilerin de genetik farklılara sahip olduğu argümanını kullanmıştır. Öğrenciler, “bitkiler arasında farklılık vardır”, “bitkilerde de çeşitlilik vardır” açıklamalarıyla nedenlerini ifade etmişlerdir. Bitkilerde de genetik çeşitlilik, kalıtsal farklılık, tür içi çeşitlilik olduğunu ya da olması gerektiğini ve bu nedenle de bitkilerin eşeyli üreme yoluyla çoğalması gerektiğini gerekçe olarak ileri süren öğrenciler, bitkilerin eşeysiz üreme yoluyla çoğalabilme özelliklerini görmezden gelmişlerdir.

Öğrencileri, bitkilerin sadece eşeysiz üreme yoluyla çoğalabileceği cevabını vermeye iten alternatif nedenler de yapılan açıklamalar incelenerek belirlenmiştir. Uygulama öncesinde 10 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 3) ve uygulama sonrasında 15 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 6) öğrenci, bitkilerin yalnızca eşeysiz üreme yöntemlerini kullanarak çoğalabilecekleri ile ilgili nedenler belirtmişlerdir. Öğrenciler, bitkilerin tomurcuklanma, vejetasyon, çelikle üreme gibi yollarla üreyebildikleri için ayrıca eşeyli üreme ile çoğalmaya ihtiyaç duymadıkları anlamına gelen nedenler ileri sürmüşlerdir. Bitkilerde görülen eşeysiz üreme yöntemlerini isim olarak ifade edemeyen öğrenciler, olayı açıklamaya çalışmıştır. Örneğin bir öğrenci, “Mesela, bir çiçeği dalından koparıp vazoya koyunca kökü çıkar. Onu alıp toprağa diksek yeni bir çiçek olur” açıklamasını yaparak vejetasyonla üremeye işaret etmiştir.

Bitkilerin sadece eşeysiz üreme yoluyla çoğaldığını öne süren öğrencilerde bitkilerin canlılar âleminin gelişmemiş, basit yapılı üyeleri olduğu bu sebeple de eşeysiz üreme ile kolay yoldan çoğalabilecekleri yönündeki nedenlere de rastlanmıştır. Uygulama öncesinde 2 (DG2: 1, KG: 1) ve uygulama sonrasında 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci açıklamalarında bitkilerde dişi ve erkek bireyler olmadığı yönünde kavram yanılgısı içeren nedenlere yer vermiştir. Bitkilerin sperm ve yumurta meydana getirecek üreme organlarının olmadığını öne süren öğrenciler bitkilerin eşeyli olarak üreyemeyeceklerini savunmuşlardır. Bu nedenler öğrenci açıklamalarına şöyle yansımıştır: “bitkilerin yumurtası yoktur”, “bitkilerde cinsiyet ayrımı yoktur”, “bitkilerde sperm ve yumurtayı meydana getirecek organ bulunmaz”.

Kavram yanılgısı içeren nedenlerin yanı sıra yanlış anlamalar içeren nedenler ileri sürülerek de bitkilerin sadece eşeysiz üreme ile çoğalabildikleri ifade edilmiştir. Uygulama öncesinde 2 öğrenci (DG2: 1, KG: 1), bitkilerin kendi kendilerini dölleyebileceklerini bu

nedenle sadece eşeysiz üreme yaparak çoğalabileceklerini belirtmiştir. Bitkilerin kendi kendilerini dölleyebildikleri için eşeyli üreme yapmadıklarını belirten öğrenci nedenlerine uygulama sonrasında rastlanmamıştır. Bazı bitkilerin kendine döllek yani erselik olmaları her ne kadar genetik çeşitlilik sağlasa da bitkilerde genetik farklılıklara, tür içi çeşitlilik olayına neden olan eşeyli üreme mekanizmasına ihtiyaç vardır.

Alternatif öğrenci nedenlerine bitkilerin hem eşeyli hem de eşeysiz olarak ürediklerini belirten öğrencilerden yapmış oldukları açıklamalarda da rastlanmıştır. Uygulama öncesinde 11 (DG1:4, DG2: 4, KG: 3) ve uygulama sonrasında 13 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 4) öğrenci çiçekli bitkilerin eşeyli, çiçeksiz bitkilerin ise eşeysiz olarak çoğalabileceklerini ifade etmiştir. Bu öğrenciler, çiçek oluşumu ve tozlaşmayı bitkilerde eşeyli üreme için olmazsa olmaz olaylar olarak tarif etmişlerdir. Doğru cevap veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda rastlanan alternatif nedenlerin çiçekli ve çiçeksiz bitkilerin üreme yapılarında görülen farklılıklardan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Alternatif nedenler ileri sürerek doğru cevap veren öğrencilerin yanı sıra doğru nedenlerle doğru cevabı veren öğrencilerin açıklamaları da incelenmiştir. Uygulama öncesinde 10 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 3) ve uygulama sonrasında 12 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 3) öğrenci tüm canlılar gibi bitkilerin de üremeye ihtiyaçları olduğu nedenini belirtmiştir. Açıklamalarında “bitkiler de birer canlıdır, “bitkiler de ürer” ifadelerine yer veren öğrenciler bitkilerde dâhil olmak üzere tüm canlıların hem eşeyli hem de eşeysiz olarak çoğalabileceğini ifade ederek naif doğru olarak kategorize edilen nedenler belirtmişlerdir. Uygulama öncesinde 8 (DG1: 3, KG: 5) ve uygulama sonrasında 23 (DG1: 8, DG2: 7, KG: 8) öğrenci bitkilerde görülen üreme tiplerinden hareket ederek açıklamalar yapmışlardır. Eşeyli üremenin varlığına bitkilerin tozlaşma yapmasını, polen oluşturmalarını ve/veya çiçeklerinin olmasını neden göstermişlerdir. Bazı bitkilerin vejatasyon, çelikle ya da stolon oluşturarak üremelerini ise eşeysiz üremeye örnek olarak vermişlerdir. Bitkilerin tozlaşma yaptığına dikkat çekerek eşeyli, kopan parçalarından, yer altından uzanan gövdelerinden yeni bir bitki meydana getirebilme özellikleri nedeniyle eşeysiz olarak çoğalabileceklerini ifade eden nedenleri barındıran açıklamalar kısmen doğru olarak değerlendirilmiştir. Uygulama sonrasında 4 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 1) öğrenci bitkilerin hayat devrini dikkate alarak çoğu bitkide eşeyli ve eşeysiz üremenin birbirini takip ettiğini belirtebilmiştir. Açıklamalarında bitkilerin hayat devri ve metageneze yer veren öğrencilerin ileri sürdükleri nedenler tam doğru olarak değerlendirilmiştir.

4.1.1.4.Benzerlik ve Farklılıklarla ilgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde hücre bölünmeleri ve üremenin sonuçları sorgulanmıştır. Farklı özellikte hücreler üzerinden yöneltilen sorular aracılığı ile ilgili kavramların nasıl yapılandırıldığı ve

alternatif öğrenci kavramları teşhis edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin hücreleri kolayca zihinlerinde canlandırabilmeleri için yanak hücreleri, sinir hücreleri ve sperm hücrelerinin şekilleri bölümün başlangıcında sunulmuştur.

Dördüncü bölümün birinci sorusunda aynı bireyin aynı dokusuna ait iki vücut hücresinin sahip olduğu genetik bilginin aynı ya da farklı olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerin soruya yanıt verirken hücre bölünmeleri ve üreme ile ilgili kavramları kullanarak soruya konu edilen yanak hücrelerinin kökeni ile taşıdığı genetik bilgi arasında bağ kurmaları beklenmiştir. Yanak hücrelerinin taşıdığı genetik bilgiye ilişkin cevapların yanı sıra öğrencilerin sahip oldukları nedenlerin araştırılması için yine öğrenciler tarafından yapılan açıklamalar uygulama öncesinde ve sonrasında analiz edilerek incelenmiştir. Analiz sonuçlarının özeti tablo 41’de sunulmuştur.

Tablo 41. Aynı bireyin aynı dokusuna ait vücut hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır*							
D	Vücut hücreleri zigottan mitozla oluşur	0	0	0	1	0	0
KD	Yanak (vücut) hücreleri mitozla oluşur	10	10	10	25	23	22
N	Vücut hücreleri aynı genetik bilgiyi taşır	10	8	12	2	6	6
YA	Aynı dokuya, bireye ait hücrelerde genetik bilgi aynıdır	2	9	3	0	0	0
KK	Her hücrede genetik bilgi aynıdır, aktif bölgeleri farklıdır	1	1	1	0	0	0
Boş		1	0	1	0	0	0
Farklıdır							
KY	Her hücrenin kalıtsal yapısı (kromozomları) farklıdır	3	1	1	0	0	0
KY	Her hücrede sentezlenen genetik bilgi farklıdır	1	0	0	0	0	0
Bilmiyorum							
Boş		0	0	0	0	0	0

Aynı bireye ait iki yanak hücresinin sahip olduğu genetik bilginin aynı ya da farklı olup olmayacağı ile ilgili soruya öğrencilerin tamamının hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında bir işaretleme yaparak cevap verdikleri tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde verilen cevaplarda öğrencilerin %92,9’u bir bireye ait iki yanak hücresinin sahip olduğu genetik bilginin aynı olacağını belirtmiştir. DG1 grubundan 4, DG2 ve KG grubundan birer öğrenci ise aynı bireye ait iki yanak hücresinin sahip olduğu genetik bilginin farklı olacağı yönünde yanlış cevap vermiştir. Uygulama sonrasında ise verilen tüm cevapların aynı bireyin aynı dokusuna ait iki vücut hücresindeki genetik bilginin aynı olacağı şeklindeki doğru cevap olduğu görülmüştür. Cevapların yanı sıra öğrencilerin cevaplarına ilişkin öne sürdükleri alternatif ve doğru nedenler de gruplandırılarak incelenmiştir.

Genetik bilginin aynı bireyin aynı dokusuna ait hücrelerde, yani soruda geçen iki yanak hücresinde farklı olacağı cevabını veren öğrencilerin yaptığı açıklamalar incelenerek

analiz edilmeye çalışmıştır. Yanlış cevap veren öğrencilerin tamamının kavram yanılgısı içeren alternatif nedenler ileri sürdüğü belirlenmiştir. Sadece uygulama öncesinde rastlanılan bu alternatif nedenlerin temelinde öğrencilerin her hücrenin eşsiz ya da biricik olduğunu düşünmelerinin yattığı belirlenmiştir. Örneğin, DG1 grundan bir öğrenci “her hücrede sentezlenen genetik bilgi farklıdır” açıklamasını yaparak her bir hücrenin farklı farklı genetik bilgiye sahip olduğunu bu nedenle hiç bir hücrenin bir diğerine benzemeyeceğini ifade etmiştir. Burada öğrencinin genetik bilgiyi hücrede sentezlenen bir şey olarak tanımlaması, atadan sonraki nesillere bırakılan bir kalıtsal miras olarak görmemesi durumu da söz konusudur. Benzer biçimde bir diğer öğrenci genetik bilginin soruda belirtilen iki hücrede aynı olamayacağını, “her hücrenin kromozomları farklıdır” diyerek belirtmiştir. Bu düşünceye göre, hücrelerin kromozomları farklı farklı olduğu için genetik bilgi de farklı olmak zorundadır. Yanlış cevap veren öğrenciler açıklamalarında, genetik bilginin birey ayırt etmeksizin sadece iki yanak hücresi için değil tüm hücreler için farklı olduğunu da dile getirerek alternatif bir neden ortaya koymuşlardır. Alternatif öğrenci nedenlerine yanlış cevap veren öğrencilerin açıklamalarında değil doğru cevap veren öğrencilerin açıklamalarında da rastlanmıştır.

Doğru cevabı tercih ederek soruda belirtilen iki yanak hücresinin taşıdığı genetik bilginin birbiriyle aynı olacağı cevabını veren öğrencilerin bir kaçı (DG1: 4, DG2: 10, KG: 5) uygulama sonrasının aksine uygulama öncesinde çeşitli alternatif nedenler ileri sürmüştür. Öne sürülen sebeplerden ilki aynı dokuya ya da canlıya ait olma argümanını içeren nedenlerden oluşmaktadır. DG1 grubundan 2, DG2 grundan 9 ve KG grubundan 3 öğrenci aynı bireye ait hücrelerin ya da aynı dokuya ait hücrelerin aynı genetik bilgiyi taşıyacaklarını vurgulamıştır. Aslında, öne sürülen neden vücut hücreleri için geçerlidir. Ancak, üreme hücreleri aynı bireyin eşey ana hücrelerinden meydana gelmiş olsa bile farklı genetik bilgileri taşıyacaktır. Yine eşey hücrelerinin meydana geldiği dokuda benzer nedenle farklı genetik bilgiye sahip hücreleri ihtiva etmiş olacaktır. Açıklamalarını yaparken üreme ve vücut hücreleri arasındaki ayırımı göz ardı etmeleri öğrencilerde yanlış anlamalara neden olmuştur.

Aynı bireyin iki yanak hücresinin taşıdığı genetik bilginin aynı olduğunu belirten öğrenciler tarafından ifade edilen diğer nedenler ise genlerin işleyişini konu edinmektedir. Örneğin bir öğrenci, “her hücrede aynı genetik bilgi vardır ancak o bilginin aktif bölgesi farklı olabilir” biçiminde bir açıklamada bulunmuştur. Her üç gruptan da birer öğrenci, her hücrede genetik bilginin aynı olduğunu ancak genlerin aktif bölgelerinin farklı olabileceğini belirtmiştir. Gen ekspresyonu ile ilgili hatalı ve zayıf anlamalar bir tarafa bırakıldığında öğrencilerin asıl açıklamak istedikleri kavramları hücre farklılaşması kavramına atfederek kavram karışıklığına düştükleri anlaşılmaktadır. Kısaca, aynı bireye ait iki yanak

hücresinin taşıdığı genetik bilginin neden aynı olduğunu açıklamaya çalışan öğrencilerin uygulama öncesinde kavram yanılgısına düştükleri veya kavram karışıklığı yaşadıkları tespit edilmiş, uygulama sonrasında ise bu alternatif nedenlerin yerini doğru nedenler içeren açıklamalara bıraktığı gözlenmiştir.

Öğrenci açıklamalarında tespit edilen doğru nedenlerin sadece uygulama öncesinde gözlemlenen alternatif nedenlerin aksine hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ifade edildiği anlaşılmıştır. Uygulama öncesinde naif ve kısmen doğru nedenler olarak beliren doğru öğrenci nedenlerinin uygulama sonrasında hem sayısının arttığı hem de tam doğru nedenlerin eklendiği yani doğru nedenlerin kalitesinde de bir artış söz konusu olduğu belirlenmiştir. Uygulama öncesinde en fazla ifade edilen doğru nedenin vücut ve üreme hücrelerinin ayrımını yaparak, bir bireye ait “vücut hücrelerinin tamamında genetik bilgi aynıdır” olduğu açıklamasını yapan öğrenciler tarafından dile getirildiği ortaya çıkarılmıştır. Uygulama öncesinde DG1 grubundan 10, DG2 grubundan 8 ve KG grubundan 12 öğrencinin soruya konu edilen hücrelerin vücut hücreleri olması nedeniyle taşıdıkları genetik bilginin de aynı olacağı yorumunu yaptıkları bulunmuştur. Uygulama sonrasında ise benzer açıklamaların daha az sayıda öğrenci tarafından yapıldığı anlaşılmıştır (DG1 grubundan 2, DG2 ve KG grubundan 6). Örneğin bir öğrenci, “DNA üreme hücreleri dışındaki hücrelerde aynıdır” açıklamasını yaparak tüm vücut hücrelerinin aynı genetik bilgiyi taşıdığını belirtmiştir. Ancak, bu öğrencilerin açıklamalarının bilimsel gerçeğin sadece bir boyutunu içeren açıklamalar olduğu görülmektedir. Bir neden ve sonuç ilişkisi kurulamamıştır. Geriye kalan öğrenciler, bahsi geçen ilişkiyi soruya konu edilen hücrelerin mitoz bölünme sonucu oluşmasıyla kurmaya çalışmışlardır. Uygulama öncesinde her üç gruptan da 10’ar öğrenci “vücut hücreleri mitoz bölünme ile oluştuğu için aynı genetik bilgiyi taşır” nedenini ileri sürmüştür. Uygulama sonrasında ise DG1 grubundan 25, DG2 grubundan 23 ve KG grubundan 22 öğrenci aynı bireye ait vücut hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin aynı olduğunu çünkü mitoz bölünme sonucu oluştukları biçiminde kısmen doğru açıklamalar yapmışlardır. Çünkü, aynı bireye ait vücut hücrelerinin mitoz bölünme sonucu oluştuğunu belirtmiş olsalar da bu hücrelerin kökeni hakkında bir bağ kuramamışlardır. Sadece DG1 grubundan bir öğrencinin uygulama sonrasında zigottan itibaren mitoz bölünmeler sonucu vücudumuzdaki tüm hücrelerin oluştuğu ve bu nedenle de aynı bireye ait iki yanak hücresinin sahip olduğu genetik bilginin aynı olduğu nedeni ile bilimsel gerçeğe uygun bir nedenselliğe ulaştığı belirlenmiştir.

Dördüncü bölüme aynı bireye ait farklı iki dokudan vücut hücrelerinin konu edildiği ikinci soruyla devam edilmiştir. Bölümün başlangıcında şekilleri verilen hücrelerden bir yanak ve bir sinir hücresinin aynı bireye ait olduğu belirtilmiş ve bu hücrelerin taşıdıkları genetik

bilginin aynı olup olmayacağı sorulmuştur. Öğrencilerden önce cevaplarını verilen seçeneklerden birini işaretleyerek belirtmeleri ardından da bu cevabı neden verdiklerini açıklamaları istenmiştir. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar nedenleriyle birlikte analiz edilerek incelenmiştir. Analiz sonuçları tablolastırılarak sunulmuştur (Tablo 42).

Tablo 42. Aynı bireyin farklı dokularına ait vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır*							
D	Vücut hücreleri mitoz ve hücrel farklılaşma ile oluşur	0	0	0	1	1	0
KD	Yanak ve sinir hücreleri mitozla oluşur	1	1	1	11	2	7
N	Yanak ve sinir hücreleri birer vücut hücresidir	0	1	0	4	5	1
KY	Aynı bireye ait tüm hücrelerde genetik bilgi aynıdır	0	2	3	0	0	0
Boş		0	0	1	1	0	1
Farklıdır							
KK	Sinir ve yanak hücreleri oluşurken farklılaşmaya uğrar	1	2	2	2	5	5
KY	Yanak ve sinir hücreleri farklı görev, yapı ve işleve sahiptir	15	18	16	9	16	14
KY	Her hücredeki genetik bilgi farklıdır	2	1	0	0	0	0
Boş		0	0	1	0	0	0
Bilmiyorum							
Boş		4	4	3	0	0	0

Aynı bireye ait iki farklı dokuya ait vücut hücresindeki genetik bilginin karşılaştırılmasının yapılmasının istendiği soruya verilen cevaplar uygulama öncesinde ve sonrasında gruplar dikkate alınarak incelenmiştir. Uygulama öncesinde DG1 ve DG2 grubundan 4 öğrencinin, KG grubundan ise 3 öğrencinin soruya bir cevap veremedikleri belirlenmiştir. Cevaplar incelendiğinde ise, öğrencilerin çoğunluğunun aynı bireye ait yanak ve sinir hücrelerinin farklı genetik bilgiye sahip olacaklarını düşünerek yanlış cevap verdikleri anlaşılmıştır. DG1 grubundan 1, DG2 grubundan 4 ve KG grubundan 5 öğrenci ise doğru cevabı vererek aynı bireye ait yanak ve sinir hücrelerinin aynı genetik bilgiyi taşıdığını belirtmiştir. Uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının soruya bir cevap verdikleri görülmüştür. Ancak öğrenciler uygulama öncesinde olduğu gibi genetik bilginin soruda geçen sinir ve yanak hücrelerinde aynı olmayacağı yönünde olmuştur. Sadece, DG1 grubunda doğru cevap veren öğrencilerin sayısının önemli bir artışla uygulama öncesi 1 öğrenci iken uygulama sonrası 17 öğrenciye ulaştığı görülmüştür. Diğer gruplarda ise, bu sayının uygulama öncesine nazaran belirli bir artışla sınırlı kaldığı belirlenmiştir (DG2 grubu 8 öğrenci ve KG grubu 9 öğrenci). Öğrencileri doğru ya da yanlış cevaplar vermeye yönelten nedenler yapılan açıklamalar incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır.

Öğrenciler, aynı bireye ait yanak ve sinir hücreleri gibi iki vücut hücresinin taşıdığı genetik bilgi ile ilgili soruya cevap verirken kullandıkları nedenleri büyük ölçüde açıklayabilmişlerdir. Uygulama öncesinde DG1 ve DG2 grubundan 4, KG grubundan ise 5

öğrenci hiç bir açıklama yapmazken uygulama sonrasında sadece DG1 ve KG gruplarından birer öğrenci her hangi bir açıklamada bulunamamıştır. Yapılan açıklamalarda rastlanılan doğru ve alternatif nedenler kategorize edilerek verilen cevaplara bağlı olarak sınıflandırılmıştır.

Öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar incelendiğinde alternatif nedenlerin baskın olduğu görülmüştür. Aynı bireye ait yanak ve sinir hücrelerinin farklı genetik bilgiye sahip olacağı cevabını veren öğrencilerin tamamının alternatif nedenselliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu alternatif nedenlerden biri uygulama öncesinde zayıf bir biçimde belirmiş ve uygulama sonrasında ortadan kaybolmuştur. DG1 grubundan 2 ve DG2 grubundan 1 öğrenci uygulama öncesinde her hücrenin eşsiz olduğu düşüncesine sahip olduklarını gösterir açıklamalar yapmışlardır. Öğrencilerin sahip olduğu her hücrenin eşsiz olduğu düşüncesi yapılan açıklamalara “her hücredeki genetik bilgi farklıdır” şeklinde yansıyarak kavram yanlışlıklarına dönüşmüştür.

Yine nispeten zayıf bir biçimde uygulama öncesinde DG1 grubundan 1, DG2 ve KG gruplarından ikişer öğrencide ortaya çıkan bir başka alternatif neden ise öğrencilerin genetik bilgi ve hücre bölünmeleri ile ilgili kavramları karıştırması neticesinde ortaya çıkmıştır. Uygulama sonrasında her üç grupta artış göstererek DG1 grubunda 2, DG2 ve KG grubunda beşer öğrenciye ulaşan bu kavram karışıklığı değişik şekillerde karşımıza çıkmıştır. Öğrencilerden bazıları, sinir hücrelerinin belirli bir dönemden sonra bölünme özelliklerini yitirmiş olması sebebiyle genetik bilginin bu hücrelerde diğer hücrelerden farklı olacağını belirtmişlerdir. Bir diğer öğrenci uygulama sonrasında, hücresel farklılaşmayla ilgili kavram karışıklığını “farklı hücreler (sinir ve yanak hücreleri) farklı bölünmeler sonucu oluşur” biçiminde özetlemiştir. Son olarak bazı öğrenciler, başlangıçta tüm hücrelerin aynı genetik bilgiyi taşıdığını ancak hücrelerin zamanla farklılaşma geçirmeleri esnasında genetik bilgilerinin de farklılaştığını belirtmişlerdir.

Yanak ve sinir hücrelerinin birbirinden farklı olduğu bu sebeple aynı bireye ait olsalar da farklı genetik bilgi taşımaları gerektiği yönündeki kavram yanlışlıklarını barındıran nedenler, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında en fazla sayıda öne süren alternatif neden olmuştur. Uygulama öncesinde DG1 grubundan 15, DG2 grubundan 18 ve KG grubundan 16 öğrenci, uygulama sonrasında da DG1 grubundan 9, DG2 grubundan 16 ve KG grubundan 14 öğrenci yanak ve sinir hücreleri arasındaki farklılıklara dikkat çekerek alternatif nedenler ileri sürmüşlerdir. Özellikle uygulama öncesinde pek çok öğrenci açıklamalarını basit bir cümle ile ifade etmişlerdir: “ biri yanak bir sinir hücresi olduğu için genetik bilgileri farklıdır”. Uygulama sonrasında öğrencilerin daha detaylı açıklamalar yaptıkları görülmüştür: “Yanak ve sinir hücreleri farklı yapıdadır. Biri ağızımızın içinde bulunan hücrelerdir. Diğeri ise beynimizde olan hücrelerdir. Bunların farklı görevleri

vardır. Bunlar farklı görevleri yaptıkları için genetik bilgileri de farklı olur". Özetle, bu öğrencilere göre farklı yapı, işlev ve görünüşe sahip hücrelerin taşıdıkları genetik bilgide farklı olmaktadır.

Alternatif öğrenci nedenlerinin sonuncusuna aynı bireye ait iki vücut hücresinin taşıdıkları genetik bilginin aynı olacağını belirten doğru cevaplara rastlanmıştır. Uygulama öncesinde DG2 grubundan 2 ve KG grubundan 3 öğrenci açıklamalarında genetik bilginin değişmezliği görüşlerine yer vermiştir. Uygulama sonrasında rastlanmayan bu türden nedenlerde aşırı genel veya nispeten sınırlandırılmış genellemeler yapılmıştır. Aşırı genellemelerini bir bireyin tüm hücreleriyle sınırlandıran öğrenciler, üreme hücrelerinin de aynı genetik bilgiye sahip hücrelerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerden bazıları ise, "genetik bilgi evrenseldir" ifadesini kullanarak kavram yanılgısı içeren aşırı genellemeden kaynaklanan nedenlerini açıkça belli etmişlerdir.

Öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar incelendiğinde aynı bireye ait iki vücut hücresinin aynı genetik bilgiyi taşıyacağını belirterek doğru cevap veren öğrencilerin öne sürdükleri doğru nedenlerin uygulama öncesinde sınırlı sayıda kaldığı görülmüştür. Sadece DG2 grubundan bir öğrenci sinir ve yanak hücrelerinin birer vücut hücresi olduğunu vurgulayarak bu hücrelerdeki genetik bilginin aynı olacağı açıklamasını yapmıştır. Uygulama sonrasında, bir bireye ait vücut hücrelerinde aynı genetik bilginin bulunacağını belirten öğrencilerin sayısı DG1 grubunda 4, DG2 grubunda 5 ve KG grubunda 1 kişi olarak bulunmuştur. Bir bireyin vücut hücrelerinde aynı genetik bilginin bulunduğunu ifade ederek neden sonuç ilişkisi kuramayan öğrenciler naif doğru olarak kabul edilen bir nedenselliğe sahip olduklarını göstermişlerdir.

Bir bireyin farklı iki dokusuna ait hücrelerin yani bir yanak dokusuna ve bir sinir dokusuna ait olan hücrelerin genetik bilgisinin aynı olduğu cevabını verirken nedenlerini bu hücrelerin oluşum biçimlerine veya işleyişlerine bağlı olarak ifade eden öğrenci açıklamalarına rastlanmıştır. Uygulama öncesinde her üç gruptanda birer öğrenci hücrelerin genetik bilgilerini karşılaştırmada hücre bölünmelerini kriter olarak kullanmışlardır. Yanak ve sinir hücrelerinin mitoz bölünme sonucu meydana geldiğini belirterek sahip oldukları genetik bilginin de aynı olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Uygulama sonrasında bu türden nedenlerin sayısında önemli bir artış görülmüştür. DG1 grubunda 11, DG2 grubunda 2 ve KG grubunda 7 öğrenci soruya konu edilen hücrelerin mitoz bölünme ile oluştukları için aynı genetik bilgiyi taşıdıklarını belirtmiştir. Benzer nedenler öne süren öğrencilerin önemli kısmının, yanak ve sinir hücrelerinin genetik bilgilerinin aynı olduğunu aralarındaki farklılıkların aktif gen bölgelerinin farklı olmasından kaynaklandığı manasına gelecek açıklamalar yaptıkları tespit edilmiştir. Ancak, bu öğrencilerden hiçbiri hem hücrelerin kökeni hem de işleyişleri ve yapısal farklılıkları

arasındaki ilişkiyi tam olarak açıklayamamış bu nedenle kısmen doğru nedenler belirtmişlerdir.

Doğru cevap veren öğrencilerin ise çoğunlukla hücrelerin kökenini ve işlevine yönelik açıklamalar yapamadan naif ve kısmen doğru nedenler ileri sürerek açıklayabildikleri ortaya çıkarılmıştır. Sadece uygulama sonrasında DG1 ve DG2 grubundan birer öğrenci tüm vücut hücrelerinin zigotun oluşumundan itibaren mitoz bölünmeler sonucunda meydana geldiğini ve sahip oldukları genetik bilginin aynı olduğu açıklamasını yapmanın yanı sıra açıklamalarında hücresel farklılaşma sonucunda zigottan farklı yapı ve işleve sahip hücrelerin oluştuğuna dikkat çekmişlerdir. Genetik bilginin yatak ve sinir hücrelerinde aynı kalmasının sebebini hücrelerin kökeni ve oluştukları hücre bölünmesi ile ilgili kavramları doğru bir biçimde kullanarak izah etmenin yanı sıra hücrelerin yapısal görev ve farklılıklarını da açıklayan nedenler tam doğru olarak kabul edilmiştir.

Hücre bölünmeleri ve üreme ile ilgili kavramların etkili olduğu olaylarla ilgili öğrenci açıklamalarının incelenmesine dördüncü bölümün üçüncü sorusuyla devam edilmiştir. Bu soruda, yine aynı bireye ait iki hücre verilmiştir. Ancak bu defa verilen hücrelerden biri vücut diğeri üreme hücresidir. Soruda bir bireyin yatak ve sperm hücrelerindeki genetik bilginin aynı olup olmayacağı sorulmuş ve öğrencilerden ayrıca verdikleri cevabın nedenini de belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin soruya vermiş olduğu yanıtlar ayrı ayrı analiz edilerek incelenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 43’de özetlenmiştir.

Tablo 43. Aynı bireye ait üreme ve vücut hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı

Cevap/Neden	Öntest			Sontest		
	DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır						
KK Spermler mitozla oluşur	0	1	1	0	0	0
Her hücrede genetik bilgi aynıdır, aktif bölgeleri farklıdır	2	4	4	2	1	2
Farklıdır*						
D Spermler oluşumunda parça gen değişimi görülür	0	1	0	2	3	2
KD Spermler mayozla oluşur	4	3	4	17	4	7
N Yatak hücresi bir vücut hücresi, sperm bir üreme hücresidir	2	4	2	4	10	8
KY Yatak ve sperm hücreleri farklı görev, yapı ve işleve sahiptir	11	13	10	3	11	9
Boş	8	1	4	0	0	0
Bilmiyorum						
Boş	1	2	3	0	0	0

Tablo 43 incelendiğinde, vücut ve üreme hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin karşılaştırıldığı soruya sadece uygulama öncesinde DG1 grubundan 1, DG2 grubundan 2 ve KG grubundan 3 öğrencinin cevap veremediği görülmektedir. Uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının soruya bir cevap verebildiği görülmüştür. Verilen cevapların vücut hücrelerinin sahip oldukları genetik bilginin üreme hücrelerinin taşıdığı genetik bilgiden farklı olduğu yönünde belirttiği gözlenmiştir. Uygulama öncesinde DG1 grubundan 25

öğrenci, DG2 grubundan 22 öğrenci ve KG grubundan 20 öğrenci doğru cevabı verirken uygulama sonrasında bu rakamın neredeyse her üç grubun tamamına yakını tarafından verilerek DG1 grubunda 26 öğrenci, DG2 grubunda 28 öğrenci ve KG grubunda 26 öğrenci tarafından ifade edildiği belirlenmiştir. Hem uygulama öncesinde (DG1: 2, DG2: 5, KG:5) hem de uygulama sonrasında (DG1: 2, DG2: 1, KG:2) bir bireye ait sperm ve yanak hücrelerinde aynı genetik bilginin var olduğu cevabını veren öğrencilerin soruya ilişkin yapmış oldukları açıklamalar doğru cevabı veren öğrencilerin yaptıkları açıklamalar ile beraber incelenerek analiz edilmiş öğrencilerin sahip oldukları alternatif ve doğru nedenler ortaya çıkarılmıştır.

Bir bireyin vücut hücreleriyle üreme hücrelerinin aynı genetik bilgiye sahip olduğunu belirterek yanlış cevap veren öğrencilerin yaptıkları açıklamalar incelenerek öğrencilerin sahip oldukları alternatif nedenler belirlenmeye çalışılmıştır. Yanlış cevap veren öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde uygulama öncesinde DG2 ve KG gruplarından birer öğrencinin bir bireydeki tüm hücrelerin mitoz bölünmeyle meydana geldiği yönünde açıklamalar yaptığı anlaşılmıştır. Öğrencilerden birinin kısaca “mitozla oluşurlar” açıklamasını yaparak sperm hücrelerinin ancak mayoz bölünme sonucu oluşabileceğini ihmal ettiği bulunmuştur. Aynı nedeni ileri süren bir başka öğrenci ise, “ikisi de Recep’in hücreleri olduğu için aynı bölünme sonucu oluşmuştur” şeklinde bir açıklama yapmıştır. Her iki öğrencinin de mitoz ve mayoz bölünme ile ilgili kavram karışıklığı yaşadıkları anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında her üç grupta da bu kavram karışıklığına rastlanamamıştır.

Öğrencileri yanlış cevap vermeye yönelten bir başka neden ise genetik bilginin evrensel olduğu şeklindeki açıklamalarla karşımıza çıkmıştır. Aşırı genellemelerin sebep olduğu bu türden nedenlerde “aynı bireye ait tüm hücrelerin aynı genetik bilgiye sahip olduğunun düşünülmesi” etkili olmuştur. Üreme hücrelerini vücut hücrelerinden ayırt edemeyen öğrenciler sperm ve yanak hücrelerinin aynı bireye ait olmasından hareketle aynı genetik bilgiye sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Uygulama öncesinde DG1 grubundan 2, DG2 grubundan ve KG grubundan 4’er öğrencide görülen bu alternatif nedenselliğin uygulama sonrasında DG1 ve KG grubundan 2, DG2 grubundan 1 öğrencide görüldüğü belirlenmiştir. Uygulama sonrasında ortadan kaybolmayan, aşırı genelleme içeren genetik bilginin değişmeyeceği yönündeki kavram yanılgısına, zamana zaman aynı genetik bilgiyi taşıyan hücrelerin nasıl birbirinden farklı olabileceğini açıklama noktasında “aynı bireyin hücrelerinin her birinde aynı genetik bilgi bulunur ancak farklı hücrelerin aktif bölgesi farklıdır” biçiminde hücresel farklılaşmaya itafen bir kavram karışıklığının eşlik ettiği bulunmuştur.

Öğrencilerin cevaplarının nedenlerini belirtirken ifade ettikleri alternatif öğrenci nedenlerine yanlış cevap veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalardan çok aynı bireye ait vücut hücreleri ile üreme hücrelerinin genetik bilgisinin farklı olacağı cevabını veren öğrencilerde rastlanmıştır. Doğru cevap veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar incelendiğinde uygulama öncesinde (DG1:11, DG2:13, KG:10) ve uygulama sonrasında (DG1:3, DG2:11, KG:9) DG1 grubu dışında neredeyse aynı oranda rastlanılan alternatif nedenlerin üreme hücreleri ile vücut hücreleri arasındaki genetik bilgi farklılıklarını kalıtsal veya genetik ile ilgili olmayan kavramlarla açıklamaya çalışmalarından kaynaklandığı bulunmuştur. Yanak ve sperm hücrelerindeki genetik bilgi farklıdır çünkü bu hücreler “farklı yapıda hücrelerdir”, “farklı dokuyu ait hücrelerdir”, “farklı işlevleri vardır” veya “farklı dokulara ait hücrelerdir” biçiminde kısa açıklamalar yapılmıştır. Öğrencilerin üreme hücrelerinin diğer hücrelerden farklı olarak özel bir biçimde (mayoz bölünmeyi de kapsayan spermatogenez ya da oogeneze) oluştuğuna dair bilgilerinin yeterli düzeyde olmaması onları farklı nedenler aramaya itmiş, farklı hücrelerin aynı bireye ait olsalar bile farklı genetik bilgiye sahip olacakları yönünde kavram yanılgısı içeren açıklamalar yapmalarına sebep olmuştur.

Doğru cevaba doğru nedenler ileri sürerek ulaşan öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar da incelenmiştir. Uygulama öncesinde DG1 ve KG gruplarından 6’sar, DG2 grubundan ise 8 öğrencinin doğru nedenler ileri sürerek doğru cevaba ulaştıkları anlaşılmıştır. Uygulama sonrasında ise doğru nedenlerin DG1 grubunda en fazla artışı göstererek 23 öğrenci, DG2 ve KG grubunda ise 17 öğrenci tarafından belirtildiği bulunmuştur. Doğru nedenleri ifade eden öğrenciler arasında bir kısmı uygulama öncesinde (DG1: 2, DG2: 4, KG: 2) ve uygulama sonrasında (DG1: 4, DG2: 10, KG: 8) yanak ve vücut hücreleri arasında kabul edilebilir farklılıklara değinmişlerdir. Örneğin bazı öğrenciler, yanak hücrelerinin vücut hücresi olduğunu ve sperm hücrelerinin üreme hücresi olduğunu belirtmiştir. Diğer bir kısmı ise yanak hücrelerinde 46 kromozom bulunurken sperm hücrelerinde 23 kromozom bulunduğunu belirterek naif doğru nedenler vermişlerdir. Öğrenciler, vücut hücrelerinin diploid sayıda kromozoma, sperm hücrelerinin ise haploid sayıda kromozoma sahip olduklarını belirtmelerine rağmen bu farklılığın nedenine yönelik bir açıklama yapmamışlardır. Ancak, uygulama öncesinde DG1 ve KG grubundan 4, DG2 grubundan ise üç öğrenci, yanak ve sperm hücrelerinin genetik bilgilerinin farklı olmasının nedenini sperm hücrelerinin mayoz bölünme sonucunda oluşmuş olması ile ilişkilendirebilmiştir. Benzer biçimde neden sonuç ilişkisi kurabilen öğrencilerin sayılarında uygulama sonrasında artış olduğu görülmektedir (DG1: 17, DG2: 4 ve KG:7). Üreme hücrelerinin mayoz bölünme sonucu oluştuğunu açıklamalarında belirten öğrenciler, genetik bilgide değişikliğin ya da farklılığın nasıl meydana geldiğine

yönelik bir açıklama yapamayarak kısmen doğru nedenselliğe sahip olduklarını göstermişlerdir. Uygulama öncesinde sadece DG1 grubundan bir öğrenci, uygulama sonrasında ise DG1 ve KG grubundan ikişer, DG2 grubundan ise 3 öğrenci genetik farklılığa neden olan ve mayoz bölünme sürecinde gerçekleşen parça gen değişimi olayına açıklamalarında yer vermiştir. Bilimsel olarak bir hücrede görülen genetik bilgi farklılığının nedenine yönelik bir açıklama içeren bu neden düzeyindeki öğrencilerin ileri sürdükleri nedenler tam doğru olarak kabul edilmiştir.

Hücre bölünmesi ve üreme ile ilgili kavramlar hakkındaki öğrenci anlamalarının incelendiği kavram testinin dördüncü bölümünün dördüncü sorusunda aynı bireyin iki üreme hücresinde taşınan genetik bilginin aynı olup olmadığı sorularak öğrencilerin mayoz bölünme ile kalıtım ve kalıtsal çeşitliliğin nedenleri hakkında kavramsal ilişki kurma düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden öncelikle soruda geçen aynı bireye ait sperm hücrelerinin üreme hücreleri olduğunun ayırımına varmaları sonrasında ise üreme hücrelerinin oluşumu ile hücre bölünmeleri arasında bağ kurarak kalıtsal farklılığın oluşumunu açıklamaları beklenmiştir. Soruya verilen yanıtlar cevap ve nedenleriyle birlikte uygulama öncesinde ve sonrasında incelenerek analiz edilmiştir. Doğru ve yanlış cevapların yanı sıra alternatif ve doğru nedenler sınıflandırılarak kategorize edilmiştir (Tablo 44).

Tablo 44. Aynı bireye ait üreme hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı

Cevap/Neden	Öntest			Sontest		
	DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır						
KY Spermier aynı bölünme sonucu oluşmuştur	1	1	3	1	2	2
KY Her hücrede genetik bilgi aynıdır, aktif bölgeleri farklıdır	0	3	4	1	1	0
KY Sperm hücreleri aynı görev, yapı ve işleve sahiptir	11	9	2	3	4	7
YA İki sperm hücresinde de 23 (n) kromozom bulunur	0	0	3	0	0	1
Boş	3	5	8	0	0	1
Farklıdır*						
D Spermier oluşurken parça gen değişimi olur	1	1	2	3	7	4
KD Spermier mayozla oluşur	4	2	3	17	8	6
N Recep'in her çocuğu birbirinden farklı olacaktır	2	0	1	3	1	3
N .hücreleridir	2	3	1	0	5	4
KY Farklı spermier DNA'nın farklı bölgelerini taşır	1	0	1	0	0	0
Boş	4	1	1	0	1	0
Bilmiyorum						
Boş	0	4	0	0	0	0

Aynı bireye ait üreme hücrelerinin taşıdıkları genetik bilginin karşılaştırılmasının istendiği soruya öğrencilerin aynıdır ya da farklıdır seçeneklerinden birini işaretleyerek cevap vermeleri beklenmiştir. Verilen cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde öğrencilerin 53'ünün (DG1: 15, DG2: 18, KG: 20) aynı bireye ait sperm hücrelerinin aynı genetik bilgiyi taşıdığı cevabını verdiği anlaşılmıştır. Dört öğrenci hiç bir cevap vermezken geriye kalan

öğrenciler genetik bilginin farklı olacağını belirterek doğru cevabı vermiştir. Uygulama sonrasında DG1 grubundan 23, DG2 grubundan 22 ve KG grubundan 17 öğrenci doğru cevabı işaretleyerek aynı bireye ait olsalarda sperm hücrelerinin taşıdıkları genetik bilginin farklı olduğu cevabını verdiği bulunmuştur. Öğrencileri bu cevaplara yönlendiren nedenler soruya ilişkin yapmış oldukları açıklamalar incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır.

Üreme hücrelerinin taşıdığı genetik bilginin karşılaştırıldığı soruya verilen öğrenci cevaplarına paralel olarak cevapları ile ilgili yapmış oldukları açıklamalar da incelenmiştir. Öğrencilerin soruya genel bir cevap verebildikleri ancak özellikle uygulama öncesinde cevaplarını açıklamakta zorluk çektikleri görülmektedir. Uygulama öncesinde hiç bir cevap vermeyen DG2 grubundan 4 öğrenci herhangi bir açıklama da yapmamıştır. Ayrıca, doğru cevabı veren öğrencilerden dördü, yanlış cevap veren öğrencilerden ise 16'sı verdiği cevaba ilişkin bir açıklama yapmamıştır. Uygulama sonrasında ise öğrencilerin tamamına yakını cevabına ilişkin bir açıklama yapmış, sadece 2 öğrenci (DG2: 1, KG: 1) cevabı için herhangi bir neden belirtmemiştir. Bir açıklama yapan öğrencilerin açıklamaları alternatif ve doğru nedenler içerenler olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Aynı bireyin iki sperm hücresindeki genetik bilginin karşılaştırıldığı soruya ilişkin yapılan açıklamalar incelendiğinde alternatif nedenler ileri süren öğrencilerin ekseriyetle yanlış cevap veren öğrenciler olduğu bulunmuştur. Alternatif nedenler arasında en sık rastlanı olan daha çok hücrelerin yapı, işlev ve görevleri gibi benzer yönlerini dikkate alan öğrenciler tarafından ifade edilmiştir. Uygulama öncesinde (DG1: 11, DG2: 9, KG: 2) ve uygulama sonrasında (DG1: 3, DG2: 4, KG: 7) öğrenci açıklamalarında rastlanan nedenselliğin aynı görevi yerine getiren, aynı yapıdaki ve aynı dokudan hücrelerin genetik bilgisinin de aynı olması gerektiğine dayanmaktadır. Bu durum öğrenci açıklamalarına, "ikisi de sperm hücresi olduğu için aynı genetik bilgiyi taşımalıdır" şeklinde yansımıştır. Benzerlik alternatif nedenselliğine sahip öğrencilerin hem hücre bölünmesi hem de üreme ile ilgili kavramlarla olayları bağdaştıramadığı görülmektedir.

Bir diğer alternatif neden ise vücut hücreleri ile üreme hücreleri arasındaki ayrımı yapamamaktan kaynaklanmaktadır. Önceki sorularda da karşılaşılan bu nedenselliğe uygulama öncesinde DG2 grubundan 3 ve KG grubundan 4 öğrencide rastlanırken uygulama sonrasında DG1 ve DG2 gruplarından birer öğrencinin yapmış olduğu açıklamalarda ifade edildiği anlaşılmıştır. Aynı bireyin sahip olduğu hücreler üzerinden yapılan aşırı genelleme neticesinde üreme hücreleri görmezden gelinerek bir bireye ait bütün hücrelerin aynı genetik bilgiyi taşıdığı sonucuna varılmıştır. Bu öğrencilerden, bazıları aynı bireydeki hücresel farklılıkları, "hücrelerin sahip olduğu genetik bilgiler aynıdır fakat bu bilgilerin aktif bölgeleri farklıdır" ifadesiyle açıklamaya çalışmışlardır.

Öğrencileri yanlış cevap vermeye iten alternatif nedenlerden bir diğeri ise hücre bölünmeleri ile ilgili kavramların karıştırılması ya da yanlış anlamalar neticesinde ortaya çıkmıştır. Uygulama öncesinde (DG:1, DG2:1 KG:3) ve sonrasında (DG1: 1, DG2: 2, KG: 2) yapılan öğrenci açıklamalarında sperm hücrelerinin oluşumu ile ilgili kavramların karıştırıldığı ve yanlış anlaşıldığı belirlenmiştir. Nedenlerini hücre bölünmelerine bağlı olarak açıklamaya çalışırken alternatif nedenler öne süren öğrenciler aynı bireyden olmaları nedeniyle spermlerin de diğer vücut hücreleri gibi zigottan mitoz bölünmeler sonucu oluşacağını belirtmişlerdir. Sperm oluşumunun asıl sebebini mayoz bölünme değil de hücresel farklılaşma biçiminde açıklamaya çalışan öğrenciler kavram karışıklığına düşmüştür. Uygulama sonrasında hücre bölünmesi ile ilgili benzer nedenlere “aynı bölünme sonucu oluşan hücrelerin genetik bilgisi aynıdır” şeklindeki kavram yanılgısına bağlı nedenler eklenmiştir. Buna göre, sperm hücrelerinin ikisi de mayoz bölünme sonucu oluştukları için aynı genetik bilgiye sahiptir. Bu öğrencilerin mayoz bölünmenin özelliklerini mitoz bölünmeye atfetmeleri kavram karışıklığı yaşamalarına sebep olmuştur.

Aynı bireye ait iki sperm hücrelerinin taşıdığı genetik bilginin aynı olacağı yanlış cevabını veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda rastlanılan bir diğer alternatif neden hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında sadece KG grubundan öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Uygulama öncesinde 3, uygulama sonrasında ise 1 öğrenci genetik bilginin aynı olup olmayacağına kromozom sayılarını dikkate alarak cevap vermiştir. Her iki sperm hücresinde de haploid sayıda ya da 23 adet kromozom bulunduğu için aynı genetik bilginin olması gerektiğini öne süren öğrenciler genetik bilgiyi kromozom sayısı ile özdeş hale getirmişleridir. Öğrencilerin genetik bilgi ile ilgili yanlış anlamalarına bağlı alternatif nedenler nedeniyle yanlış cevaba yöneldikleri bulunmuştur.

Bir bireyin iki üreme hücresinin taşıdığı genetik bilginin karşılaştırıldığı soruya ilişkin ifade edilen öğrenci açıklamalarındaki alternatif nedenlere doğru cevap veren öğrencilerde de rastlanmıştır. Öğrenciler DNA'nın gen, kromatid ve kromozom düzeyinde organizasyonuna ilişkin hatalı açıklamalar yapmışlardır. Sadece uygulama öncesinde DG1 ve KG gruplarından birer öğrencide görülen kavram yanılgılı açıklamalara hücre bölünmesi konu edilmiştir. Öğrenciler, “farklı spermler DNA'nın farklı bölgelerini taşıyabilir” açıklamasını yaparak henüz tam olarak mayoz bölünmede gerçekleşen ve genetik farklılıklara neden olan olayları açıklayabilecek kavramsallık düzeyine erişemediklerini göstermişlerdir.

Aynı bireyin hücrelerinden de oluşmuş olsa iki sperm hücrelerinin taşıdığı genetik bilginin birbirinden farklı olacağı cevabını veren öğrenciler ekseriyetle doğru nedenler öne sürmüşlerdir. Doğru neden öne süren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalar incelendiğinde sperm hücrelerinin üreme hücreleri olduğunun ayırımına varan öğrencilerin

naif doğru cevaplar verdikleri anlaşılmıştır. Uygulama öncesinde (DG1: 4, DG2: 3, KG: 2) ve sonrasında (DG1: 3, DG2: 6, KG:7) basit bir biçimde “üreme hücrelerinde genetik bilgi farklı olur” sözleriyle sahip olduğu nedeni açık bir biçimde ifade eden öğrenciler her hangi bir neden sonuç ilişkisi kurmaya yönelmemişlerdir. Bazı öğrenciler, naif cevaplarına tümünden gelim yaparak ulaşmışlardır: “iki sperm hücresindeki genetik bilgi farklıdır. Çünkü Recep’in bütün çocukları birbirinden farklı olacaktır”. Vermiş olduğu doğru cevabın nedenini neden sonuç ilişkisi içerisinde açıklayan öğrenciler sperm hücrelerinin mayoz bölünme sonucu oluştuğunu belirtmekle yetinmiştir. Uygulama öncesine (DG1: 4, DG2: 2, KG:3) oranla uygulama sonrasında (DG1: 17, DG2: 8, KG:6) her üç grupta da artan sayıda öğrenci sperm hücrelerinin mayoz bölünme sonucu oluşması nedeniyle taşıdıkları genetik bilginin farklı olacağı nedenini kullanarak kısmen doğru nedenler ileri sürmüştür. Çünkü bu öğrenciler, genetik farklılığın asıl sebebini ve nasıl gerçekleştiğini mayoz bölünmeye atfetmişlerdir. Uygulama öncesinde 4 öğrenci (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2) ve uygulama sonrasında 14 öğrenci (DG1: 3, DG2: 7 ve KG: 4) sperm hücrelerinin taşıdığı genetik bilgidaki farklılığın mayoz bölünme esnasında gerçekleşen parça gen değişimi olayı sayesinde gerçekleştiğini belirterek bilimsel olarak doğru açıklamayı yapabilmıştır. DG1 grubundan bir öğrenci parça gen değişimi olayının yanı sıra kardeş kromozomların oluşacak hücrelere rastgele dağılımının da tür içi genetik farklılıkların artmasına etki edeceği açıklamasında bulunmuştur.

Dördüncü bölümün bir sonraki sorusunda iki farklı bireyin vücut hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin karşılaştırılması istenmiştir. Öğrencilerden diğer sorularda olduğu gibi önce iki hücredeki genetik bilgiyi karşılaştırarak aynı ya da farklı olduğu şeklinde bir cevap vermeleri daha sonra ise verdikleri cevabı açıklamaları istenmiştir. Verilen cevaplar doğrultusunda ortaya çıkan nedenler sınıflandırılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucu ortaya çıkarılan bulgular Tablo 45’de görülmektedir.

Tablo 45. Farklı bireylerin aynı dokuya ait vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır							
YA	Yanak hücreleri birer vücut hücresidir	0	0	2	0	0	0
KK	Yanak hücreleri mitozla oluşmuştur	1	0	1	0	0	0
	Boş	0	0	1	0	0	0
Farklıdır*							
D	Tür içi farklılık üreme hücreleri oluşurken gerçekleşir	0	0	0	0	1	0
KD	Farklı kişiler farklı üreme hücrelerinden oluşmuştur	0	1	0	2	1	1
N	Farklı kişilerin genetik bilgileri farklı olur	8	21	10	16	13	11
N	Her canlının kendine özgü genetik yapısı vardır	12	4	8	6	10	12
KK	Farklı anne ve babadan meydana gelmişlerdir	0	2	3	4	3	3
	Boş	5	0	3	0	0	0
Bilmiyorum							

Boş	2	1	0	0	1	1

Recep ve Deniz'in iki yanak hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin karşılaştırıldığı soruya uygulama öncesinde 3 (DG1:2, DG2: 1), uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamı bir cevap verebilmiştir. Verilen cevaplar incelendiğinde iki bireyin yanak hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin birbirinden farklı olduğu cevabının hemen hemen her öğrenci tarafından verildiği görülmüştür. Sadece, uygulama öncesinde 5 öğrenci (DG1: 1, KG: 4) doğru cevabın aksine iki farklı bireyin vücut hücrelerinde aynı genetik bilginin olduğu cevabını vermiştir. Öğrencileri bu cevapları vermeye götüren sebepler yapmış oldukları açıklamalardaki nedenlerin ortaya çıkarılması yoluyla belirlenmeye çalışılmıştır.

Uygulama öncesinde 12 öğrenci (DG1: 7, DG2: 1, KG: 4) ve uygulama sonrasında 2 öğrencinin (DG2: 1, KG: 1) her hangi bir açıklama yapmadıkları tespit edilmiştir. Diğer öğrencilerin soru ile ilgili yapmış oldukları açıklamalar, ileri sürdükleri nedenler dikkate alınarak alternatif ve doğru nedenler olarak kategorize edilmiştir. Kategorize edilen nedenler öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara bağlı olarak incelenmiştir.

İki farklı bireye ait vücut hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin aynı olduğunu belirterek yanlış cevap veren öğrencilerin nedenleri incelendiğinde öğrencilerin yanlış anlama ve kavram karışıklığı içerisinde oldukları belirlenmiştir. Yanlış anlama içerisinde olan öğrenciler her iki hücrenin benzer yönlerini dikkate almışlardır. KG grubundaki 2 öğrenci tarafından öne sürülen bu neden açıklamalarda şöyle ifade bulmuştur: "Her ikisi de yanak hücresidir". Öğrencilerin genetik bilginin değişmesine sebep olan etmeni benzer yapıda olmak, aynı işlevi yerine getirmek olarak yapılandırdıkları anlaşılmaktadır. Yanlış cevap veren öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda rastlanan bir diğer alternatif neden ise hücrelerin oluşum şekillerini dikkate alan öğrenciler tarafından ifade edilmiştir. Yine uygulama öncesinde 2 öğrenci (DG1: 1, KG: 1) tarafından farklı iki bireyin iki yanak hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin aynı olduğu çünkü bu iki hücrenin mitoz sonucunda oluştuğu ve mitoz sonucu oluşan hücrelerin sahip oldukları genetik bilginin aynı olacağını ifade ettikleri anlaşılmıştır: "İki hücre de mitozla oluşmuştur". Uygulama sonrasında yanlış cevap veren öğrenci nedenlerinin ileri sürülmediği görülmüştür.

Alternatif nedenlerin sadece yanlış cevap veren öğrencilerde tespit edilmediği iki farklı bireyin vücut hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin farklı olduğu cevabını veren öğrencilerde de ortaya çıktığı belirlenmiştir. Kavram yanılgısı içeren açıklamalarda rastlanan nedenler incelendiğinde öğrencilerin hücre bölünmeleri ve üreme olayları ile ilgili kavramları verilen durumlara uygulamada zorluklar çektiği anlaşılmıştır. Uygulama öncesinde 5 öğrenci (DG2:2, KG:3) ve uygulama sonrasında 10 öğrenci (DG1:4, DG2: 3,

KG: 3) tarafından ifade edilen alternatif neden yanlış cevap veren öğrencilerin nedenleri gibi uygulama sonrasında ortadan kaybolmamış, aksine görülme sıklığında artış olmuştur. Öğrenciler, iki farklı bireyin yanak hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin farklı olacağını çünkü farklı ana-babaların çocukları olduklarını ileri sürmüşlerdir. Soruda belirtilmemesine rağmen bireylerin ana-babaları aynı olsa, yani kardeş olsalar bile farklı genetik bilgiye sahip olabileceklerini hesaba katamamışlardır.

Alternatif öğrenci nedenlerinin yanı sıra öğrencilerin yaptıkları açıklamalarda doğru nedenlerin de içerdikleri nedenlere bağlı olarak, doğruluk derecelerine göre sınıflandırılması yapılmıştır. Doğru cevabı veren öğrencilerin en fazla ifade ettikleri neden “farklı kişilerin genetik bilgisi farklı olur” biçimindeki bir genellemeye dayanmaktadır. Uygulama öncesinde (DG1: 8, DG2: 21, KG: 10) ve uygulama sonrasında (DG1: 16, DG2: 13, KG: 11) öğrencilerin neden sonuç ilişkisi kurmadan bir yorum getirdikleri, açıklamalarının naif doğru nedenler içerdiği bulunmuştur. Benzer bir biçimde neden sonuç ilişkisi kurmadan yapılan bir başka yorumu uygulama öncesinde (DG1:12, DG2: 4, KG: 8) ve sonrasında (DG1: 6, DG2: 10, KG: 12) her canlının kendine özgü “genetik yapısı”, “kromozomları”, “DNA’sı” ve “protein yapısı” olduğunu ifade eden öğrenciler yapmışlardır. Ancak, İki birey arasında meydana gelen genetik farklılığı farklı üreme hücrelerinin bir araya gelerek döllenmesi ile açıklayarak, iki farklı bireyin vücut hücrelerindeki genetik bilgi farklılığını neden sonuç ilişkisi içerisinde ifade eden öğrenciler ise kısmen doğru nedenlere sahip olarak değerlendirilmiştir. Uygulama öncesinde sadece 1 öğrenci (DG2:1), uygulama sonrasında ise 4 öğrenci (DG1: 2, DG2: 1, KG: 1) aynı nedeni benzer biçimlerde kullanarak kısmen doğru açıklamalar yapmıştır. Öğrencilerin tür içi çeşitliliğe tam olarak ifade etmeseler de açıklamalarında mayoz bölünmeyle ilişki kurmaları ve döllenme olayına yer vermeye çalıştıkları görülmüştür. Son olarak, uygulama sonrasında DG2 grubundan bir öğrencinin genetik farklılığın ve tür içi çeşitliliğin sebebinin mayoz bölünme olayındaki parça gen değişimine dayandırarak tam doğru nedenler ileri sürerek nedenlerini ifade etmişlerdir. Özetle, doğru cevapların genel olarak genetik bilgi ile ilgili genellemeler içeren, öğrencilerin öğrenmelerinden hatırlarında kalan kural olarak kabul ettikleri nedenlere dayandığı, çok az öğrencinin neden sonuç ilişkisi kurarak bir neden belirtebildiği, sınırlı sayıda öğrencinin ise olayların bilimsel derinliklerine inerek doğru kavramlarla ilişki kurabildiği söylenebilir.

Kavram testinin dördüncü bölümünün son sorusunda deri üzerinde oluşabilecek bir tümör kitlesi tarifi yapılarak, bu kitle içerisinde yer alan bir hücre ile bir vücut hücresinin sahip olduğu genetik bilgi arasında karşılaştırma yapılması istenmiştir. Öğrencilerden soruya yanıt verirken önce iki hücredeki genetik bilginin aynı ya da farklı olduğunu verilen seçeneklerden birini işaretleyerek cevaplamaları istenmiştir. Ardından verilen cevabın

gerekçesini açıklamaları istenmiştir. Cevapların yanı sıra açıklamalarda yer alan öğrenci nedenleri anliz edilerek incelenmiştir. Ortaya çıkarılan sonuçlar Tablo 46'da görülmektedir.

Tablo 46. Kanserli doku ile vucüt hücrelerindeki genetik bilginin karşılaştırılmasına ilişkin soruya verilen yanıtların dağılımı

Cevap/Neden		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Aynıdır							
KY	Deriye bazı maddelerin birikmesi ile oluşan oluşumlardır	0	6	0	4	3	3
YA	Ölü deri hücrelerinin birikmesi ile ortaya çıkan oluşumdur	5	5	1	2	9	3
	Boş	0	2	1	0	0	0
Farklıdır*							
D	Genetik değişim kontrolsüz bölünmeye neden olmuştur	0	0	0	9	4	4
KD	Mutasyon sonucu kanserli hücreler oluşmuştur	4	6	3	6	1	2
N	Ciltte oluşan kanserli oluşumlardır	2	4	1	4	8	7
	Boş	11	1	10	1	2	3
Bilmiyorum							
	Boş	6	5	12	2	2	6

Tablo 46 incelendiğinde, deride oluşmuş bir kanser hücresinin genetik bilgisi ile yanak hücresinin genetik bilgisinin karşılaştırıldığı soruya öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında cevap verme eğiliminde oldukları görülmektedir. Ancak, araştırmaya katılan 85 öğrenciden uygulama öncesinde 23 öğrenci (DG1: 6, DG2: 5, KG: 12) ve uygulama sonrasında 10 öğrenci (DG1: 2, DG2: 2, KG: 6) bir cevap vermemiştir. Verilen cevapların araştırmada oluşturulan çalışma gruplarına dağılımına bakıldığında, uygulama öncesinde 42 öğrenci (DG1: 17, DG2: 11, KG: 14) ve uygulama sonrasında 51 öğrencinin (DG1: 20, DG2: 15, KG: 16) kanser hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin vücut hücrelerinden farklı olduğu cevabını tercih ettikleri tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde 20 öğrenci (DG1: 5, DG2: 13, KG: 2) ve uygulama sonrasında 24 öğrenci (DG1: 6, DG2: 12, KG: 5) vücut hücreleri ile kanser hücrelerinin sahip olduğu genetik bilginin aynı olduğu cevabını vermiştir.

Aynı bireye ait bir kanser ve bir yanak hücresinin sahip olduğu genetik bilginin karşılaştırıldığı soruya vermiş oldukları yanıtın nedenini açıklamaları beklenen öğrencilerin 48'i uygulama öncesinde (DG1: 17, DG2: 8, KG: 23) ve 16'sı ise uygulama sonrasında (DG1: 3, DG2: 4, KG: 9) ya anlamlı bir açıklamada bulunamamış ya da her hangi bir ifade belirtmemiştir. Öğrencilerin kanser hücrelerinin sahip olduğu genetik bilgiyi vücut hücrelerinin sahip olduğu genetik bilgi ile karşılaştırmada kullandıkları nedenler, yapmış oldukları açıklamalar ve vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda incelenerek alternatif ve doğru nedenler olarak sınıflandırılmıştır.

Öğrencilerin açıklamalarında kullandıkları alternatif nedenlerin tamamının gerek uygulama öncesinde gerek uygulama sonrasında kanser ve vücut hücrelerinde genetik bilginin aynı olduğu cevabını veren öğrenciler tarafından benimsendiği görülmüştür. Her üç gruptan

öğrencide de görülen ve en fazla ifade bulan alternatif öğrenci nedenlerinin başında öğrencilerin tarif edilen kitleyi bir tümör oluşumu ya da kanserli bir doku olarak ayırt edememelerinden ileri geldiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 11 öğrenci (DG1: 5, DG2: 5, KG: 1) ve uygulama sonrasında 14 (DG1: 2, DG2: 9, KG: 3) öğrenci bu kitlelerin ölü deri hücrelerinin birikmesi sonucu oluştuğu şeklinde yanlış anlama içeren nedenler belirtmişlerdir. Oysaki tümör ya da ur olarak adlandırılan kanserli oluşumlar canlı ve diğer hücrelere göre çok daha faal hücrelerden oluşmaktadır. Yine benzer biçimde soruya konu edilen hücrelerin kanser hücreleri olduğunun ayırımına varamayan öğrencilerden bir kaç is, tümörlü kitleyi “deri içerisine bir takım maddelerin birikmesi sonucu oluşan oluşumlar” olarak tarif etmiştir. Uygulama öncesinde sadece DG2 grubundan 6 öğrenci tarafından ifade edilen bu neden uygulama sonrasında her üç gruptan öğrenciler (DG1: 4, DG2: 3, KG: 3) tarafından da ifade edilmiştir. Bu öğrencilerden bir kaçının deri hücrelerinin içerisine biriken pigmentlerin böyle bir tablonun ortaya çıkmasına neden olabileceği şeklinde kavram karışıklığı yaşadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler, deri hücrelerini artan güneş ışınlarından koruyan melanin pigmentinin hücrelere fazla birikmesiyle oluşan çil olarak tabir edilen oluşumlar ile soruya konu edilen kanserli oluşumları ayırt edememiştir. Soruda tarif edilen, deri üzerinde gözlenen koyu renkli oluşumları doğru bir biçimde teşhis ederek bu oluşumları kanserli hücrelerden oluştuğunu belirten öğrenciler vermiş oldukları doğru cevapları doğru nedenler öne sürerek açıklamışlardır. Uygulama öncesinde 7 öğrenci (DG1: 2, DG2: 4, KG: 1) ve uygulama sonrasında 19 öğrenci (DG1: 4, DG2: 8, KG: 7) basit bir biçimde soruda belirtilen kitleyi oluşturan hücrelerin kanser hücresi olduğunu ve bu nedenle vücut hücrelerinden farklı genetik bilgiye sahip olmaları gerektiği şeklinde naif nedenler öne sürmüşlerdir. Doğru cevap veren öğrencilerden uygulama öncesinde 13’ü (DG1: 4, DG2: 6, KG: 3) ve uygulama sonrasında 9’u (DG1: 6, DG2: 1, KG: 2) açıklamalarında kanser hücrelerinin oluşmasına güneş ışınları, radyasyon ve kalıtsal yatkılık gibi faktörlerden bahsederek bir neden sonuç ilişkisi gözetmeye çalışarak kısmen doğru nedenler ileri sürmüşlerdir. Ancak, uygulama öncesinde hiç bir öğrenci gerek kalıtsal gerek çevresel faktörlerle replikasyon sürecinde meydana gelen hatalar neticesinde hücrelerin kontrolsüz olarak bölünmesi sonucu kanser hücreleri haline gelebileceği gerekçesini açıklamalarında ifade etmemiştir. Uygulama sonrasında ise 17 öğrencinin (DG1: 9, DG2: 4, KG: 4) kanser hücrelerinin mutasyona uğrayarak genetik bilgisi sınırlı da olsa değişen hücrelerden oluştuğu ve bu hücrelerin hücre bölünmelerini kontrol edemedikleri yönünde bilimsel olarak doğru nedenleri kullanarak açıklamalar yaptıkları tespit edilmiştir.

4.1.2.HBÜÜ Kavram Testi Verileri İçkin İstatistiksel Analiz Bulguları

Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında HBÜÜ kavram testi aracılığıyla ortaya çıkarılan kavramsal anlamaları yapısalıcı öğrenme, bilgisayar destekli öğrenme ve geleneksel öğrenme yaklaşımlarının uygulandığı DG1, DG2 ve KG arasında kavramsal anlama bakımından karşılaştırma yapılabilmek üzere puana dönüştürülmüştür. Puana dönüştürme sürecinde öncelikle öğrencilerin HBÜÜ kavram testinde yer alan her bir soruya verdikleri doğru ve yanlış cevapların frekansları hesaplanmıştır. Daha sonra doğru ve yanlış cevap veren öğrencilerin ileri sürmüş oldukları alternatif nedenlerin, naif nedenlerin, kısmen doğru nedenlerin ve doğru nedenlerin frekansları uygulama öncesinde ve sonrasında ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalardan elde edilen puanların frekans dağılımı Tablo 47' de sunulmuştur.

Tablo 47. Kavram testine verilen cevap ve nedenlerin gruplara göre dağılımı

		DG1								DG2					KG					
	Cevap	Y*		D				Y		D				Y		D				
	Neden	A	N	D	K	N	A	A	N	D	K	N	A	A	N	D	K	N	A	
1	Öntest	4		1	12	6	5	6			16	7		1		1	22	4		
	Sontest				26	1	1			1	25	3				1	23	4		
2	Öntest	1			12	9	6	2			10	11	6	1			13	3	11	
	Sontest			1	24	2	1			1	20	8				1	23	4		
3	Öntest	9	1	1		13	4	11	3			13	2	9	3			14	1	
	Sontest	5	2	1	3	16	1	10	2		1	16		9	1		1	17		
4	Öntest	10		7	7	2	2	12		10	4	2	1	7		5	10	2	4	
	Sontest	6		11	9	2		9		7	10		3	11		8	5	1	3	
5	Öntest	3			1	22	2	9				18	2	4			3	20	1	
	Sontest			1	1	26				1	1	27					2	26		
6	Öntest	11		3	1	7	6	11		6	5	5	2	8		4	1	9	6	
	Sontest	2		13		10	3	3		18	1	6	1	5		15	1	6	1	
7	Öntest	7			2	10	9	15	2		1	8	3	3	1		3	15	6	
	Sontest	1	1	1		25		2		2	4	20	1	2	1		1	24		
8	Öntest	16		5	3	3	1	23		2	3		1	18		5	3		2	
	Sontest	9		1	9	3	6	14		1	9	1	4	14			5	3	5	
9	Öntest	7		6	10		5	8		5	10		6	4			14	6	4	
	Sontest			15	9		4			16	8		5			14	11		3	
10	Öntest	20			3	5	19			1		1	8	13			1		14	
	Sontest			2	6	20	1			5	1	22		1		2	1	24		
11	Öntest	26			1	1	25						4	25					3	
	Sontest	4		1	3	19	1	9		1	2	14	3	7		1	3	14	3	
12	Öntest	18			4	6	27					2		24			1	2	1	
	Sontest	14		4	7	2	1	19		2	2	5	1	19		2	2	4	1	
13	Öntest	15			3	4	6	20				3	6	12			5	3	8	
	Sontest	6		1	8	6	7	10		2		3	7	9		1	8	3	7	
14	Öntest	4			10	10	4	1			10	8	10	1			10	12	5	
	Sontest			1	25	2					23	6					22	6		
15	Öntest	27			1		25				1	1	2	23			1		4	
	Sontest	11		1	11	4	1	21		1	2	5		19			7	1	1	
16	Öntest	3			4	2	19	7		1	3	4	14	8		4		2	14	
	Sontest	2		2	17	4	3	1		3	4	10	11	2		2	7	8	9	
17	Öntest	15		1	4	4	4	22		1	2	3	1	18		2	3	2	1	
	Sontest	5		3	17	3		7		7	8	6	1	11		4	6	7		
18	Öntest	3				20	5	1			1	25	2	4				18	6	
	Sontest				2	22	4	1		1	1	23	3	1			1	23	3	
19	Öntest	11			4	2	11	18			6	4	1	14			3	1	10	
	Sontest	8		9	6	4	4	14		4	1	8	2	12		4	2	7	3	

*Y: Yanlış, D: Doğru, A: Alternatif, N: Naif, KD: Kısmen Doğru

HBÜÜ kavram testinde yer alan kavramsal anlamayı teşhis edici sorular karşında ifade bulan öğrenci cevaplarının toplam frekansları incelendiğinde hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında her üç grupta da daha fazla sayıda doğru cevapların verildiği görülmektedir. Öğrencilerin HBÜÜ kavramsal anlamalarına ilişkin nedenlerine bakıldığında uygulama öncesinde en fazla yanlış cevaba bağlı alternatif nedenler ileri sürüldüğü, uygulama sonrasında ise en fazla sayıda kısmen doğru nedenler öne sürülmüştür. Öğrencilerin hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında en az sayıda yanlış cevaba bağlı naif nedenler ifade ettiği görülmektedir (Tablo 47).

Yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim uygulamalarının öğrencilerin HBÜÜ kavramsal anlamalarına etkilerini belirlemek amacıyla HBÜÜ kavram testinden elde edilen verilere içkin istatistiksel analiz uygulanmıştır. HBÜÜ kavram testinde yer alan her bir soru için ortalama değerler hesaplanmış ve elde edilen verilere uygulanacak olan istatistiksel test yönteminin belirlenebilmesi için istatistiksel varsayımları sınavıcı testler yürütülmüştür. Hesaplama sonucu her bir kazanım için elde edilen ortalamalar ve istatistiksel varsayımları sınavıcı test sonuçları Ek 10'da ve özeti Tablo 48'de sunulmuştur.

Tablo 48. HBÜÜ kavram testi varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
Toplam	Öntest	85	23.353	8.754	2.369	0.100	0.061	0.200	Parametrik
	Sontest	85	38.965	7.246	1.363	0.262	0.116	0.006*	Non-parametrik

*($p < 0.05$), **($p < 0.001$)

HBÜÜ kavram testi soru ortalamalarının hem uygulama öncesinde ve sonrasında hem de çalışmada oluşturulan gruplar bazında karşılaştırılmasında kullanılacak istatistiksel yöntemlerin belirlenmesi için parametrik test varsayımları sınanmıştır. Parametrik testlerin uygulanabilmesi için gerekli üç varsayım bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan istatistiksel bağımsızlık öğrencilerin gerek öntest gerekse sontest uygulamalarının her birine bağımsız olarak katılması ile gerçekleştirilmiştir. İkinci olarak, verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov (KS) testi yürütülerek sınanmıştır. KS test değerlerinin anlamlılık düzeyleri dikkate alındığında, HBÜÜ kavram testi soru ortalamalarının hem öntest hem de sontestte normal dağılım eğrisine uygun olarak dağılmadığı bu nedenle parametrik olmayan dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0.001$). Öte yandan, HBÜÜ kavram testinde yer alan soruların tamamından elde edilen toplam değere uygulanan KS testi sonucunun elde edilen anlamlılık değeri toplam değerlerinin öntestte normal dağılım gösterdiği ancak sontestte normal dağılım göstermediğini ortaya çıkarmıştır ($p > 0.05$). Son

olarak, toplam kavram öntest ortalamalarına Levene sınaması uygulanarak eşit varyanslılık varsayımı sınanmıştır. Toplam kavram öntest ortalamaları için 2.369 olarak hesaplanan levene istatistiğinin anlamlılık düzeyinin 0.05'den büyük olması nedeniyle eşit varyanslılık varsayımının da toplam kavram öntest ortalamaları için yerine getirildiği anlaşılmıştır. İstatistiksel bağımsızlık, normal dağılım ve eşit varyanslılık varsayımlarının sağlanması nedeniyle toplam kavram öntest ortalamalarına parametrik testlerin, HBÜÜ soru ortalamalarına ve toplam kavram sontest ortalamalarına ise parametrik olmayan testlerin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada oluşturulan gruplardan her birinde ayrı ayrı uygulanan yapılandırmacı aktivitelerin, bilgisayar destekli etkinliklerin ve geleneksel yöntemin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla hangi düzeyde etkili olduğunun araştırılması için DG1, DG2 ve KG'den elde edilen HBÜÜ soru ve toplam başarı ortalamalarına Wilcoxon işaretli sıralar (Z) testi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Ek 10'da ve özeti Tablo 49'da sunulmuştur.

Tablo 49. HBÜÜ kavram testi öntest-sontest ortalamalarının karşılaştırılması

		N	Öntest		Sontest		Z / t	
			$\bar{X}/R\bar{X}$	$SS/R\sum$	$\bar{X}/R\bar{X}$	$SS/R\sum$	Değer	P
Toplam	DG1	28	15.80	442.50	41.20	1153.50	-4.624	0.000**
	DG2	29	17.71	513.50	41.29	1197.50	-4.414	0.000**
	KG	28	17.61	493.00	39.39	1103.00	-4.284	0.000**

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 49 incelendiğinde, HBÜÜ kavram testi soru ortalamalarına uygulanan Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen Z değerlerinin anlamlılık düzeylerinin çalışma süresince farklı gruplarda yapılan uygulamaların uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla ekseriyetle istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık meydana getirdiğine işaret ettiği anlaşılmaktadır. Fakat, mitoz bölünmenin gerçekleştiği doku ya da organlar ile ilgili üçüncü soru, bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz bölünmenin karşılaştırılması ile ilgili dördüncü soru, bitki ve hayvan hücrelerinde mayozun karşılaştırılması ile ilgili sekizinci soru ve tür içi çeşitliliğin nedenlerinin sorgulandığı on sekizinci soru ortalamalarında yapılandırmacı aktivitelerin uygulandığı DG1'da diğer HBÜÜ kavram testi soru ortalamalarının aksine uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilememiştir. Benzer biçimde, mitoz bölünmenin gerçekleştiği doku ya da organlar ile ilgili üçüncü soru, bitki ve hayvan hücrelerinde mitozun karşılaştırılması ile ilgili dördüncü soru, bitki ve hayvan hücrelerinde mitozun karşılaştırılması ile ilgili sekizinci soru, somatik hücrelerde mitoz bölünmenin karşılaştırılması ile ilgili on beşinci soru, tür içi çeşitliliğin nedenlerinin sorgulandığı on

sekizinci soru ve hücre bölünmesinin kontrolünün sorgulandığı on dokuzuncu soru kavram ortalamalarında bilgisayar destekli etkinliklerin uygulandığı DG2'da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış belirlenememiştir. Son olarak, mitoz bölünmede kromozom sayısı ile ilgili birinci soru, mitoz bölünmenin gerçekleştiği doku ya da organlar ile ilgili üçüncü soru, bitki ve hayvan hücrelerinde mitozun karşılaştırılması ile ilgili dördüncü soru, mayoz bölünmede kromozom sayısı ile ilgili beşinci soru, mayoz bölünmenin gerçekleştiği doku ya da organlar ile ilgili yedinci soru, bitki ve hayvan hücrelerinde mitozun karşılaştırılması ile ilgili sekizinci soru, bitkilerde üreme ile ilgili on üçüncü soru, tür içi çeşitliliğin nedenlerinin sorgulandığı on sekizinci soru ve hücre bölünmesinin kontrolünün sorgulandığı on dokuzuncu soru kavram ortalamalarında geleneksel anlayışın benimsendiği KG'da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış belirlenememiştir. Uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla HBÜÜ kavramsal değişimlerinin test edilmesinin ardından, uygulama öncesinde ve sonrasında gruplar arasında HBÜÜ kavramsal anlamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla HBÜÜ kavram testi soru ortalamalarına ve toplam HBÜÜ son test kavram ortalamalarına Kruskal Wallis (H) testi, toplam HBÜÜ ön test kavram ortalamalarına ise varyans analiz (F) testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar Ek 10'da ve özeti Tablo 50'de sunulmuştur.

Tablo 50. HBÜÜ kavram testi ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

		$\bar{X}/R\bar{X}$			Varyans Analizi		Post-Hoc
		DG1	DG2	KG	H/F	P	
Toplam	Öntest	23.714	21.586	24.821	1.009	0.369	
	Sontest	57.38	37.55	34.27	14.493	0.001*	DG1>DG2=KG

*($p<0.05$), **($p<0.001$)

Tablo 50 incelendiğinde, HBÜÜ kavram testi soru ortalamalarına uygulanan H testi değerlerinin anlamlılık değerleri incelendiğinde uygulama öncesinde gruplar arasında istatistiksel olarak dört soru ortalamasından elde edilen verilerde anlamlı bir farklılık olduğu diğer soru ortalamalarında ise anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Mitoz bölünmede kromozom sayısı ile ilgili birinci, mayoz bölünme geçirebilecek doku ya da organlar ile ilgili yedinci, prokaryotlarda üreme ile ilgili on ikinci ve tür içi çeşitliliğin nedenleri ile ilgili on sekizinci soruların ortalamaları dikkate alındığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Farklılığın uygulama sonrasına etkisini belirlemek amacıyla birinci, yediinci, on ikinci ve on sekizinci soru ortalamalarına kovaryans analiz testinin parametrik olmayan verilere uygulanan karşılığı olan Quade

kovaryans analiz (Q) testi uygulanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin HBÜÜ kavram testine vermiş oldukları yanıtların puana dönüştürülmesi ile elde edilen ortalamalar dikkate alındığında, toplam öntest ortalamalarına uygulanan varyans analizi testinden elde edilen değerlerin anlamlılık düzeyinin de uygulama öncesinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığına işaret ettiği ortaya çıkarılmıştır.

Uygulamalar sonrasında ise, HBÜÜ kavram testi ortalamalarına uygulanan H testi değerinin istatistiksel anlamlılık düzeyinin on beş, on altı ve on dokuzuncu sorular dışında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa işaret etmediği sonucuna varılmıştır. Farklılığın anlamlı bulunduğu on beş, on altı ve on dokuzuncu soru ortalamalarına post hoc analizi uygulanmıştır. Uygulanan post hoc analizi, yapılandırmacı aktivitelerin bilgisayar destekli etkinliklere ve geleneksel yöntemle oranla somatik hücrelerin oluşumuna neden olan mitoz bölünmenin sorgulandığı on beşinci, mayoz bölünme sonucu oluşan eşey hücrelerinin vücut hücreleriyle kıyaslandığı on altıncı ve kanser hücreleri üzerinden hücre bölünmesinin kontrolünün sorgulandığı on dokuzuncu soru kavramsal anlama ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini ortaya çıkarmıştır. Öte yandan, mitoz bölünmede kromozom sayısı ile ilgili birinci, mitoz bölünme geçirebilecek doku ya da organlar ile ilgili yedinci ve tür içi çeşitliliğin nedenleri ile ilgili on sekizinci soruların kavram ortalamalarına uygulanan Quade testi sonuçları uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı her hangi bir farklılık olmadığını sonuç vermiştir. Ancak, on ikinci soru başarı ortalamalarına uygulanan Quade testi sonuçları yapılandırmacı aktivitelerin ve bilgisayar destekli etkinliklerin geleneksel yöntemle oranla prokaryotlarda üremenin kavramsal olarak anlaşılması noktasında daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Son olarak, toplam kavram ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonucunda elde edilen H testi değerinin anlamlılık değeri uygulama sonrasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğuna işaret etmektedir. Yapılan post hoc analizi sonucuna göre yapılandırmacı aktivitelerin bilgisayar destekli etkinliklere ve geleneksel yöntemle oranla HBÜÜ kavram ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini ortaya koymuştur.

4.2. İBTD Kazanımlarına Yönelik Bulgular

Araştırma süresince gerçekleştirilen uygulamalar öncesinde ve sonrasında İBTD ölçeğinde yer alan önermelere öğrencilerin göstermiş oldukları katılma düzeyleri biyoloji öğretim programında yer verilen İBTD kazanımlarına paralel olacak biçimde sınıflandırılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen betimleyici ve içkin analiz sonuçları İBTD kazanımlarına yönelik bulgular başlığı altında sunulmuştur.

4.2.1. İBTD Ölçeği Verileri Betimleyici Analiz Bulguları

4.2.1.1. İBTD Ölçeğinin Algılama Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan 1, 9, 17 ve 20 numaralı kazanımların öğrencilerin “dikkatini verme ve sabit tutma” noktasında algılama boyutuna yönelik olduğu görülmektedir. İBTD ölçeğinde algılama boyutunda yer verilen kazanımlara ilişkin 12 önermeye yer verilmiştir. Öğrencilerin İBTD ölçeğinin algılama ile ilgili kazanımları hedef alan önermelere karşı göstermiş oldukları tutumlar tek tek incelenmiştir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımlarından ilki “öğrenme sürecine aktif olarak katılmaya istekli olur” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 1, 21 ve 41 numaralı önermeler öğrencilerin öğrenme sürecine katılımlarıyla ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 51. Öğrenme sürecine aktif katılım ile ilgili öğrenci tutumları ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
1	Biyoloji derslerine çalışmak için motive edilmem gerekmez.	1.929	2.793	2.036	1.893	2.517	2.607
21	Biyoloji derslerine girmek zorunda olmak beni korkutur.*	2.036	1.897	2.143	2.000	1.621	2.107
41	Biyoloji öğrenme konusunda gerçekten istekliyim.	3.750	3.655	3.607	3.964	3.897	3.536

*Ters Madde

Tablo 51 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının biyoloji derslerine çalışmaları için motive edilmeye ihtiyaçları olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, öğrenciler biyoloji derslerine girmek zorunda olmaktan korkmadıklarını da ifade etmişlerdir. Ayrıca, öğrenciler biyoloji öğrenme konusunda istekli olduklarına da işaret etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler ders çalışma noktasında motivasyona ihtiyaç duysalar da biyoloji derslerine korkmadan girdiklerini ve biyoloji öğrenme konusunda istekli olduklarını belirterek öğrenme sürecine katılmaya istekli olduklarını göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan dokuzuncusu “bilimsel çalışmalara katılım ve çalışma esnasında girişimci özelliğini gösterir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 2, 22 ve 42 numaralı önermeler öğrencilerin bilimsel çalışmalara katılım ve girişimci özellik gösterme durumlarına yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 52. Bilimsel çalışmalara katılım ile ilgili öğrenci tutumları ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
2	Doğa kuluplerine katılmak isterim.	3.179	3.379	3.000	2.964	3.241	2.821
22	Botanik bahçeleri gibi yerleri gelecek okul gezisinde ziyaret etmek hoşuma gider	3.750	3.897	3.607	3.393	4.000	3.571
42	Yaz tatilim boyunca ekolojik aktivitelere katılmakla ilgilenmem.*	3.036	3.172	3.143	3.286	3.310	3.679

Tablo 52 incelendiğinde, uygulama sonrasında uygulama öncesine göre azalan oranda öğrencilerin doğa kuluplerine katılma konusunda istekli oldukları belirlenmiştir. Benzer biçimde, öğrenciler botanik bahçeleri gibi yerleri okul gezisinde ziyaret etmekten hoşlanacaklarını da ifade etmişlerdir. Ancak, öğrenciler yaz tatillerinde ekolojik aktivitelere katılmakla ilgilenmeyeceklerini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler yaz tatillerinde ekolojik aktivitelere katılmak istemeseler de, okul gezilerinde botanik bahçelerine gitmekten hoşlanacaklarını ve doğa kuluplerine katılma konusunda nispeten istekli olduklarını göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on yedincisi “Grup ve sınıf tartışmalarında diğerlerinin eleştirilerini ve önerilerini dinler, tüm bunları objektif biçimde değerlendirir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 3, 23 ve 43 numaralı önermeler öğrencilerin öğrenme sürecine katılımlarıyla ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 53. Tartışmalarda eleştiri ve önerileri dinleme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
3	Bana göre, sınıf arkadaşlarımla biyoloji dersinde biyolojik olayları tartışmak zaman kaybıdır.*	2.107	1.931	2.214	2.036	1.759	2.464
23	Bana göre, sınıf arkadaşlarımla biyoloji dersinde biyolojik olayları tartışmak akıl yürütme yeteneğimi geliştirmeme yardımcı olur.	3.893	3.793	3.821	3.893	3.897	3.536
43	Sınıf tartışmalarında arkadaşlarımla fikirlerini öğrenmek dersi daha iyi anlamama yardımcı olur.	3.143	3.448	3.250	3.536	3.655	3.393

Tablo 53 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının biyoloji derslerinde biyolojik olayları tartışmayı zaman kaybı olarak görmedikleri belirlenmiştir. Dahası, öğrenciler sınıf arkadaşlarıyla biyoloji dersinde biyolojik olayları tartışmanın akıl yürütme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olacağını

ifade etmişlerdir. Benzer biçimde, öğrenciler sınıf tartışmalarında arkadaşlarının fikirlerini öğrenmenin dersi daha iyi anlamalarına yardımcı olacağını işaret etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler biyoloji ile ilgili tartışmalar yapmaya zaman ayrılmasını gerekli gördüklerini, biyoloji ile ilgili tartışmaların akıl yürütme yeteneklerini geliştirdiğini ve tartışmalar sırasında arkadaşlarının fikirlerini almanın konuyu daha iyi anlamalarına yardımcı olduğunu belirterek tartışmalarda arkadaşlarının eleştiri ve önerilerini dinlediklerine işaret etmişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmincisi “Gerektiğinde düşüncelerini, ortaya konulan veriler ve kanıtlar ışığında tekrar değerlendirme, geliştirme ve değiştirme hususunda isteklidir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 4, 24 ve 44 numaralı önermeler öğrencilerin öğrenme sürecine katılımlarıyla ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 54. Düşüncelerini veri ve kanıtlar ışığında değiştirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
4	Biyolojik deneyler yaparken beklenen sonuçlar kadar beklenmeyen sonuçları da rapor ederim.	3.071	2.966	3.036	3.250	3.103	3.071
24	Kanıtlar bir konu hakkında sahip olduğum düşüncemin zayıf olduğunu gösterdiğinde düşüncemi değiştirme noktasında isteksizimdir.*	2.714	2.724	2.679	2.821	2.621	2.929
44	Uzun zamandır başarılı bir biçimde kullanılan ve günümüzde biyologlar tarafından kabul edilen canlılar ile ilgili fikirler bazı yönleriyle tamamen modifiye edilebilirler.	3.571	3.103	3.464	3.393	3.759	3.607

Tablo 54 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrenciler biyolojik deneyler yaparken beklenen sonuçlar kadar beklenmeyen sonuçları da rapor edeceklerini belirtmiştir. Ayrıca, öğrenciler kanıtlar bir konu hakkındaki düşüncelerinin zayıf olduğunu gösterdiğinde düşüncelerini değiştirme noktasında istekli olduklarını ifade etmişlerdir. Son olarak, öğrenciler kabul edilen canlılar ile ilgili bilimsel fikir ve düşüncelerin bazı yönleriyle ya da tamamen modifiye edilebileceğini öngördüklerine de işaret etmişlerdir. Sonuçta, yaptıkları deneylerde beklenmeyen sonuçları rapor eden, elde ettikleri kanıtlar doğrultusunda düşüncelerini yenileme noktasında istekli olan ve bilimsel düşüncelerin değişebilir olduğu izlenimini taşıyan öğrencilerin kazanımda belirtilen veriler ve kanıtlar ışığında düşüncelerini tekrar değerlendirme, geliştirme ve değerlendirme konusunda istekli oldukları anlaşılmıştır.

4.2.1.2. İBTD Ölçeğinin Tepkide Bulunma Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan 3, 4, 6 ve 10 numaralı kazanımların karşılık verme ve verilen karşılıktan tatmin olma noktasında tepkide bulunma boyutuna yönelik olduğu görülmektedir. İBTD ölçeğinde tepkide bulunma boyutunda yer verilen kazanımlara ilişkin 12 önermeye yer verilmiştir. Öğrencilerin tepkide bulunma ile ilgili kazanımları hedef alan önermelere karşı göstermiş oldukları tutumlar tek tek incelenmiştir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan dördüncüsü “biyolojik olaylara olan merakını çeşitli uygulamalar yaparak ortaya koyar” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 5, 25 ve 45 numaralı önermeler öğrencilerin biyolojik olaylara karşı merakın çeşitli uygulamalar yapılarak ortaya konması ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 55. Biyolojik olaylara karşı merakın ortaya konması ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
5	Evde televizyonda biyoloji programı izlerken sıkılıyorum.*	2.786	2.552	2.607	2.393	2.276	2.929
	Biyoloji ile ilgili ödev verilmemiş olsa	2.929	3.000	2.750	3.107	3.483	3.107
25	bile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.						
	Biyoloji dersleri henüz	4.071	4.035	3.821	3.964	4.172	3.679
45	açıklayamadığımız şeylerle ilgili merakımı artırır.						

Tablo 55 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının televizyonda biyoloji ile ilgili bir programı izlemekten sıkılmayacaklarını belirttikleri görülmektedir. Benzer biçimde, öğrenciler ödevleri dışında da biyoloji ile ilgili kitaplar okumaktan hoşlandıklarını ifade etmişlerdir. Ek olarak, öğrenciler biyoloji derslerinin açıklanmayana karşı meraklarını arttırdığı yönündeki önermeye katıldıklarını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler biyoloji ile ilgili televizyon programlarını sıkılmadan izlediklerini, biyoloji ile ilgili kitapları okumaktan hoşlandıklarını ve biyolojinin merak artırıcı olduğunu belirterek biyoloji ile ilgili olaylara karşı meraklarının olduğunu ortaya koymuşlardır.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan altıncısı “Problem çözmede yaratıcılığını ortaya koyar” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 6, 26 ve 46 numaralı önermeler problem çözmede yaratıcılığı ortaya koyma ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 56. Problem çözmede yaratıcılığı ortaya koyma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest DG1	DG2	KG	Sontest DG1	DG2	KG
6	Biyolojik problemler çözerken yeni fikirleri dinlemek ilgimi çeker.	3.679	3.655	3.893	3.750	3.552	3.500
26	Deneyler yaparak biyoloji problemleri çözme girişimi zaman kaybıdır.*	2.357	1.862	2.607	2.071	2.103	2.536
46	Çevre problemlerine daha önce düşünülmemiş değişik çözüm yolları üretmeye çalışırım	3.464	3.448	3.179	3.321	3.448	3.071

Tablo 56 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının biyoloji ile ilgili problemler çözerken yeni fikirler dinlemenin ilgilerini çekeceğini belirtmiştir. Üstelik öğrenciler deneyler yaparak biyolojik problemler çözme girişimlerine zaman ayrılması gerektiğini de ifade etmişlerdir. Ek olarak, öğrenciler çevre problemlerine değişik çözüm yolları üretmeye çalışacaklarına da işaret etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler biyoloji ile ilgili problem çözerken yeni fikirlere açık olduklarını, deney yaparak biyolojik problemleri çözmek istediklerini ve çevre problemlerine alternatif çözüm yolları üretmeye çalışacaklarını ifade ederek problem çözmede yaratıcılıklarını ortaya koyacaklarını göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan onuncusu “Bilimsel bir araştırma yapmaya olan ilgisini geliştirir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 7, 27 ve 47 numaralı önermeler bilimsel bir araştırma yapmaya olan ilgiyi geliştirme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 57. Bilimsel bir araştırma yapmaya olan ilgiyi geliştirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest DG1	DG2	KG	Sontest DG1	DG2	KG
7	Bilimsel dergilerdeki biyoloji makalelerinde yazılanlar ilginçtir.	3.786	3.483	3.500	3.750	3.655	3.357
27	Çevreyi tehdit eden unsurlar benim işim değil*	2.071	1.931	2.179	1.929	2.035	2.429
47	Biyoloji derslerinde biyologların canlıları nasıl incelediklerini öğrenmek isterim.	3.964	3.966	3.786	3.571	4.172	3.607

Tablo 57 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının bilimsel dergilerde yayınlanan biyoloji ile ilgili makalelerde yazılan yazıları ilgi çekici buldukları görülmektedir. Bununla birlikte, İBTD ölçeğinin yirmi yedinci önermesine cevap veren öğrenciler genel olarak çevreyi tehdit eden unsurlarla ilgilendiklerini de ifade etmişlerdir. Son olarak, öğrencilerin biyoloji derslerinde biyologların

canlıları nasıl incelediklerini öğrenmek istedikleri anlaşılmıştır. Sonuçta, öğrenciler biyoloji ile ilgili makalelere ilgi duyduklarını, çevreyi tehdit eden etmenleri önemsediklerini ve biyologların araştırmalarına ilgi duyduklarını göstererek bilimsel bir araştırma yapmaya olan ilgilerini ifade etmişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan üçüncüsü “kendisi için uygun çalışma teknikleri geliştirme çabası gösterir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 8, 28 ve 48 numaralı önermeler öğrencilerin kendileri için uygun çalışma teknikleri geliştirme çabası gösterme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 58. Uygun çalışma teknikleri geliştirme çabası gösterme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
8	Belirli bir biyoloji problemini çözmeyi başardıktan sonra aynı metodun başka problemlere hangi durumlarda uygulayabileceğimi anlamaya çalışırım.	4.000	3.724	4.000	3.714	3.724	3.607
28	Biyoloji ödevimdeki problemlerde yer alan soruların hepsini cevapladıktan sonra cevaplarımı ve sonuca gidiş yolumu kontrol ederim.	3.393	3.517	3.500	3.536	3.379	3.286
48	Biyoloji derslerinde başarılı olmak için, ders kitabı ve materyallerini kendi yöntemimle yeniden yapılandırarak anlamlandırmak için gözden geçirmeliyim.	3.643	4.069	3.750	3.393	3.655	3.357

Tablo 58 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrenciler bir biyoloji probleminde işe yarayan bir metodu başka problemlere uygulamaya çalışacaklarını belirtmiştir. Bundan başka, öğrenciler bir biyolojik problemi cevapladıktan sonra cevaplarını gözden geçirdiklerini de ifade etmişlerdir. Ek olarak, öğrenciler biyoloji dersinde öğrendiklerini kendi yöntemleriyle zihinlerinde yeniden anlamlandırmaya çalıştıklarına dikkat çekmişlerdir. Sonuçta, öğrenciler öğrendikleri metodları başka problemlerin çözümüne uygulayacakları, biyoloji problemlerine verecekleri cevapları gözden geçirecekleri ve öğrendiklerini zihinlerinde yapılandıracaklarını ifade ederek kendileri için uygun çalışma teknikleri geliştirme çabası içerisinde olduklarını göstermiştir.

4.2.1.3. İBTD Ölçeğinin Değer Verme Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan 12, 14, 7 ve 19 numaralı kazanımların hareketlere, olaylara ve nesnelere önem verme noktasında değer verme boyutuna yönelik olduğu görülmektedir. İBTD ölçeğinde değer verme boyutunda yer verilen kazanımlara ilişkin 8 önermeye yer verilmiştir. Öğrencilerin değer verme ile ilgili kazanımları hedef alan önermelere karşı göstermiş oldukları tutumlar tek tek incelenmiştir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on ikincisi “Kendisini karşısındaki insanın yerine koyarak onun duygularını ve düşüncelerini doğru olarak anlamaya çalışır” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 9 ve 29 numaralı önermeler empati kurma ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 59. Empati kurma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
9	Doğal yaşamda belirli bir canlıyı incelerken, biyologlar incelenen canlının taşıması muhtemel tüm özellikleri araştırır.	4.036	4.069	4.179	4.107	4.310	4.071
	Doğal yaşamda belirli bir canlıyı incelerken, biyologlar çalışmanın amacıyla ilişkisi dikkate alınan belirli özellikler üzerine odaklanır.	3.643	3.517	3.500	3.786	3.931	3.893

Tablo 59 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının biyologların inceledikleri canlının taşıması olası tüm özelliklerini araştıracağını düşündükleri belirlenmiştir. Bundan başka, öğrenciler biyologların araştırmanın amacıyla ilişkili özelliklerle ilgilendiklerini de ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler kendilerini biyologların yerine koyarak biyologların canlıların taşıması olası özellikleriyle ilgileneceklerini ve araştırmalarda çalışmanın amacına yönelik özellikler üzerinde odaklanacaklarını ifade etmişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on dördüncüsü “Bitki ve hayvanları sever ve onlara insancıl biçimde davranır” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 10 ve 30 numaralı önermeler canlıları sevme ve insancıl biçimde davranma ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 60. Bitki ve hayvanları sevme ve insancıl davranma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
10	Hayvanlar da insanlar gibi yaşama hakkına sahiptir	4.357	4.724	4.464	4.500	4.862	4.429

30	Biyoloji dersleri doğaya olan saygımı artırır.	3.750	3.897	3.536	3.857	4.000	3.679

Tablo 60 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının hayvanların da insanlar kadar yaşam hakkına sahip olduklarına inandıkları belirlenmiştir. Ek olarak, öğrenciler biyoloji derslerinin doğaya olan saygılarını arttırdığını ifade etmişlerdir. Sonuçta, öğrenciler dier canlılarında yaşama hakkı olduğuna inandıklarını ve biyoloji derslerinin doğaya olan saygılarını arttırdığına işaret ederek canlıları sevmeye ve onlara insancıl biçimde davranma eğiliminde olduklarını göstermişlerdir. Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yedincisi “Zor bir problemle karşılaştığında çözümü için kararlılık gösterir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 11 ve 31 numaralı önermeler problemin çözümü için kararlılık gösterme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 61. Problemin çözümü için kararlılık gösterme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
11	Fazla zaman gerektirmesi durumunda biyoloji deneyleri yapmamayı tercih ederim.*	2.679	2.483	2.643	2.750	2.517	3.214
31	Biyoloji çalışırken bir zorlukla karşılaştığımda çalışmayı bırakırım.*	2.893	2.966	2.643	2.607	3.035	2.893

Tablo 61 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı zaman gerektirmesi durumunda biyoloji deneyleri yapmamayı tercih etmeyeceklerini belirtmiştir. Ek olarak, öğrenciler biyoloji çalışırken bir zorlukla karşılaştıklarında çalışmayı bırakmayacaklarını da ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler uzun zaman olsa bile biyoloji deneyleri yapacaklarını ve çalışmalarını sırasında zorluklarla karşılaşsalar bile devam etmede kararlı olacaklarını ifade ederek problemin çözümünde kararlılık göstereceklerini göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on dokuzuncusu “Proje, tartışma vb. etkinliklerde öne sürülen görüşlerle ilgili “kabullenmiş” tavidan daha çok “şüpheli” tercih eder” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 12 ve 32 numaralı önermeler kabullenme yerine şüpheli tercih etme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 62. Kabullenme yerine şüpheli tercih etme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
12	Bir biyolojik probleme çözüm	2.036	2.103	2.036	1.750	2.207	2.429

	bulmanın en iyi yolu deney yapmak değil bir biyoloğa cevabı sormaktır.*						
	Topraktaki suyun ağacın yaprağına nasıl ulaştığını bilimsel dergilerde	3.143	3.448	3.393	2.857	3.586	3.429
32	yazılanları okuyarak öğrenmektense deney yaparak bulmayı tercih ederim.						

Tablo 62 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı bir biyolojik probleme çözüm bulmanın en iyi yolunun bir biyoloğa cevabı sormaktan çok deney yaparak ortaya konması gerektiğini belirtmiştir. Bundan başka, bir biyolojik olayın nedenini bilimsel dergilerde yazılanları okuyarak öğrenmektense deney yaparak bulmayı tercih ettiklerini de ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler biyoloji alanında araştırmalar yapan bir bilim insanının düşüncelerini ya da bir makalede yazılı olan fikirleri kabullenmektense şüphelerini doyurabilecek deneyler yürütmeyi tercih ettiklerini göstermişlerdir.

4.2.1.4. İBTD Ölçeğinin Örgütlenme Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan 13, 16, 8 ve 5 numaralı kazanımların tutarlı bir değer sistemi oluşturma noktasında örgütlenme boyutuna yönelik olduğu görülmektedir. İBTD ölçeğinde örgütlenme boyutunda yer verilen kazanımlara ilişkin sekiz önermeye yer verilmiştir. Öğrencilerin örgütlenme ile ilgili kazanımları hedef alan önermelere karşı göstermiş oldukları tutumlar tek tek incelenmiştir. Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on üçüncüsü “bilimsel etkinliklerle ilgili olarak kendine olan güvenini ve memnuniyetini ifade eder” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 13 numaralı ve 33 numaralı önermeler bilimsel etkinliklerle ilgili olarak kendine olan güvenini ve memnuniyetini ifade etme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 63. Kendine olan güvenini ve memnuniyetini ifade etme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
13	Birisi benimle biyoloji ile ilgili bir şeyler konuşurken gergin hissedirim.*	2.179	2.103	2.143	1.857	2.035	2.214
33	Biyoloji derslerinde pek iyi yapamam.*	2.393	2.931	2.714	2.036	2.345	2.643

Tablo 63 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı biyoloji ile ilgili bir şeyler konuşurken kendilerini gergin hissetmediklerini

belirtmiştir. Ayrıca, öğrenciler biyoloji derslerinde başarılı olduklarını da ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler biyoloji ile ilgili konuşmalardan çekinmediklerini ve biyoloji derslerinde başarılı oldukları yönündeki inanışlarını belirterek kendilerine duydukları güven ve memnuniyeti göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on altıncısı “grup veya diğer çalışmalarda bireysel sorumluluğunu yerine getirir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 14 ve 34 numaralı önermeler grup veya diğer çalışmalarda bireysel sorumluluğunu yerine getirme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 64. Çalışmalarda bireysel sorumluluğunu yerine getirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
14	Ben kişisel olarak çevreye ne olacağını etkileyebilirim.	2.536	3.207	2.821	3.357	3.241	3.607
34	Her birimizin çevre korumaya önemli katkı yapabileceğini düşünüyorum	3.857	4.345	4.071	4.214	4.483	3.679

Tablo 64 incelendiğinde, her ne kadar uygulama öncesinde DG1 ve KG’unda aksi görüş hâkim olsa da, özellikle uygulama sonrasında öğrenciler kişisel olarak çevre üzerinde etkili olabileceklerini belirtmişlerdir. Bundan başka, öğrenciler çevre korumaya önemli katkılar yapabileceklerini de düşünmektedirler. Sonuç olarak, öğrenciler çevre üzerinde bireysel etkilerinin olduğunu ve çevre korumaya bireysel olarak katkıda bulunabileceklerini ifade ederek çalışmalarda bireysel sorumluluklarını yerine getirmeye istekli olduklarını göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan sekizincisi “çoğu problemin birden fazla çözümü olduğunu ve bir çözümün tercih edilmesine ilişkin kararın o şartları belirleyen farklı durumlardan etkilendiğinin farkına varır” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 15 ve 35 numaralı önermeler çoğu problemin birden fazla çözümü olduğunu ve bir çözümün tercih edilmesine ilişkin kararın o şartları belirleyen farklı durumlardan etkilendiğinin farkına varma ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 65. Probleme uygun çözüm yolları arasında tercih yapma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
15	Bana göre, biyolojik sorunları birden	2.321	1.897	2.143	2.036	2.000	2.786

	fazla yöntemle çözmek zaman kaybıdır.*						
	Yanlış sonuç bulduğum bir soruyu öğretmen çözdükten sonra kendi çözüm yolum ile öğretmenin çözüm yolu arasındaki farkı anlamaya çalışırım.	3.750	3.690	3.786	3.893	3.724	3.357

Tablo 65 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı biyolojik sorunları birden fazla yöntemle çözmenin zaman kaybı olmadığını belirtmiştir. Bundan başka, öğrenciler bulduğu yanlış sonucu başka çözüm yolları ile karşılaştırıp arasındaki farkı anlamaya çalıştıklarını da ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler farklı çözüm yolları bulma ve çözüm yolları arasında karşılaştırma yapma konusundaki olumlu tutumlarını ifade ederek probleme uygun çözüm yolları arasında tercih yapma noktasında istekli olduklarını göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan beşincisi “gözlem ve deneylerde özgünlüğü kendine ilke edinir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 16 ve 36 numaralı önermeler gözlem ve deneylerde özgünlüğü ilke edinme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 66. Gözlem ve deneylerde özgünlüğü ilke edinme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
16	Biyolojik deneyler yaparken yeni metodlar kullanmaya istekli değildir.*	2.357	2.172	2.250	2.143	2.138	2.500
36	Biyolojik deneyler yaparken, daha önce kullanılmayan metodları kullanmayı severim.	3.286	3.310	3.464	3.429	3.448	3.107

Tablo 66 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı biyolojik deneyler yaparken yeni metodlar kullanmaya istekli olduklarını belirtmişlerdir. Bundan başka, öğrenciler biyolojik deneyler yaparken daha önce kullanılmayan metodları kullanmayı sevdiklerini de ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler biyoloji ile ilgili deneyler yaparken yeni çözüm yollarını kullanmaya gerek istekli olduklarını gerekse memnuniyet duyduklarını dile getirerek gözlem ve deneylerde özgünlüğü ilke edindiklerini göstermişlerdir.

4.2.1.5. İBTD Ölçeğinin Yaşam Tarzı Geliştirme Boyutuna İlişkin Öğrenci Tutumlarının Dağılımı

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan 2, 15, 18 ve 11 numaralı kazanımların değer sisteminin hareketleri uzun zaman kontrol etmesi sonucunda hayat stili geliştirilmesi noktasında yaşam tarzı geliştirme boyutuna yönelik olduğu görülmektedir. İBTD ölçeğinde yaşam tarzı geliştirme boyutunda yer verilen kazanımlara ilişkin 8 önermeye yer verilmiştir. Öğrencilerin yaşam tarzı geliştirme ile ilgili kazanımları hedef alan önermelere karşı göstermiş oldukları tutumlar tek tek incelenmiştir. Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan ikincisi “öğrenmeyi öğrenme ile ilgili ilkeleri uygulamayı alışkanlık hâline getirir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 17 ve 37 numaralı önermeler öğrenmeyi öğrenme ile ilgili ilkeleri uygulamayı alışkanlık hâline getirme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 67. Öğrenme ve ilkelerini uygulama alışkanlığı kazanma ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
17	Biyoloji günlük hayatta karşılatığımız problemlerin çözümüne yardımcı olur.	3.500	3.483	3.429	3.571	3.828	3.321
37	Ders çalışırken biyoloji derslerinde öğrendiğim gibi anlamını anlamak için kendi yöntemimle yeniden yapılandırırım.	3.107	3.310	3.143	3.464	3.483	2.929

Tablo 67 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı biyoloji ile ilgili sahip oldukları bilgi ve becerilerini günlük hayatta karşılatıkları problemleri çözerken kendilerine yardımcı olması için işe koştuklarını belirtmişlerdir. Bundan başka, öğrenciler biyoloji derslerinde öğrendikleri gibi ders kitabından veya diğer öğretim materyallerinden biyoloji dersine çalışırken konuyu anlamak için çalıştıkları konuyu zihinlerinde yeniden yapılandırarak çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler gerek biyoloji ile ilgili sahip oldukları bilgi ve becerilerini günlük olaylarda karşılaştıkları problemleri çözerken kendilerine yardımcı olması için işe koştuklarını belirterek gerekse de ders çalışma sürecinde biyoloji dersinden edindikleri teknikleri kullandıklarını ifade ederek öğrenmeyi öğrenme ile ilgili ilkeleri uygulamayı alışkanlık hâline getirdiklerini göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on birincisi “iletişimde dili etkili kullanmayı ve başka öğelerle desteklemeyi içselleştirir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 18 ve 38 numaralı önermeler iletişimde dili etkili kullanma ve başka öğelerle desteklemeyi içselleştirme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 68. İletişimde dili etkili kullanma ve başka öğelerle destekleme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
18	Biyoloji ile ilgili radyo konuşmaları dinlemek ilginç değildir.*	3.357	3.103	3.143	3.393	2.862	3.179
38	Okuldan sonra biyoloji ile ilgili konuşmak sıkıcı olur.*	2.714	2.966	2.964	3.000	2.793	3.179

Tablo 68 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı biyoloji ile ilgili radyo konuşmalarını dinlemenin ilginç olmadığını belirtmiştir. Ek olarak, uygulama öncesinde okuldan sonra biyoloji ile ilgili konuşmaların sıkıcı olmayacağını ifade ederken, uygulama sonrasında DG1 ve KG öğrencileri okuldan sonra biyoloji ile ilgili konuşmaların sıkıcı olabileceğini ifade etmiştir. Sonuçta, öğrenciler biyoloji ile ilgili radyo yayını dinlemeyi ilginç bulmayarak ve okul sonrası biyoloji ile ilgili konuşmak istemeyerek iletişimde dili etkili kullanma ve başka öğelerle destekleme noktasında istekli olmadıklarını göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on beşincisi “etkinliklerde kendisi ve çevresindekilerin güvenliğinin sağlanmasının önemini anlar ve uygulamaya özen gösterir” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 19 ve 39 numaralı önermeler etkinliklerde kendisi ve çevresindekilerin güvenliğinin sağlanmasının önemini anlama ve uygulamaya özen gösterme ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 69. Güvenliği sağlanma ve uygulamaya özen gösterme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
19	Biyolojik deneyler yaparken, deneylerimin beklenen sonuçları vermesi için gerekli güvenlik önlemlerine uymaya dikkat ederim.	4.214	4.103	4.214	4.000	4.035	3.714
39	Gezilerde kendimin ve arkadaşlarımla zarar görmemesi için konulan kurallara uyarım.	3.893	3.931	3.679	3.821	4.276	3.500

Tablo 69 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamı biyolojik deneyler yaparken, deneylerinin beklenen sonuçları vermesi için gerekli güvenlik önlemlerine uymaya dikkat edeceklerini belirtmiştir. Ayrıca, öğrenciler gezilerde kendilerinin ve arkadaşlarının zarar görmemesi için konulan kurallara uymaya çalışacaklarını da ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler gerek okul içerisinde gerçekleştirilen deneylerde gerekse okul dışında yapılan gezilerde güvenlik kurallarına

uygun bir biçimde davranacaklarını ifade ederek güvenliği sağlanma ve uygulamaya özen göstermeye dikkate ettiklerini göstermişlerdir.

Biyoloji öğretim programı İBTD kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on sekizincisi “soru sorma becerilerini geliştirmede istekli davranarak bu bağlamda neler yapabileceğini sorgular” biçiminde ifade edilmiştir. İBTD ölçeğinde yer alan 20 ve 40 numaralı önermeler soru sorma becerilerini geliştirmede istekli davranarak bu bağlamda neler olabileceğini sorgulama ile ilgili kazanıma yönelik olarak düzenlenmiştir.

Tablo 70. Soru sorma ve sorgulama becerileri geliştirme ile ilgili öğrenci tutum ortalamaları

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
20	Biyoloji derslerini biyolojinin doğadaki belirli şeylerle ilişkisini düşünmeme imkân verdiği için severim.	4.071	3.655	3.821	3.929	4.207	3.893
40	Biyoloji derslerinde farklı kaynaklarda tartışılan biyolojik konular ile ilgili sorular sormak isterim.	3.571	3.448	3.286	3.893	3.517	3.071

Tablo 70 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının biyoloji derslerini biyolojinin doğadaki belirli fenomenler ile ilişkisini düşünmelerine olanak verdiği için sevdiklerini ifade ettiği görülmektedir. Benzer biçimde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında İBTD ölçeğini cevaplandıran öğrenciler biyoloji derslerinde farklı kaynaklarda tartışılan biyolojik konular ile ilgili sorular sormak istediklerine de işaret etmişlerdir. Sonuç olarak, öğrenciler biyolojinin doğadaki ilişkiler üzerine düşünmelerini ve biyoloji konuları hakkında soru sormak istediklerini belirterek soru sorma ve sorgulama becerileri geliştirme noktasında olumlu tutum içerisinde oldukları anlaşılmıştır.

4.2.2. İBTD Ölçeği Verileri İçin İstatistiksel Analiz Bulguları

Araştırma süresince yürütülen farklı öğretimsel anlayışların öğrencilerin biyoloji tutumlarına uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında etkilerini belirlemek amacıyla gruplar arası karşılaştırmalar yapabilmek üzere İBDT ölçeğinden elde edilen verilere içkin istatistiksel analiz uygulanmıştır. Tutumlarını İBTD ölçeğinde yer alan önermelere katılma düzeyleri biçiminde ifade eden öğrencilerden elde edilen veriler her bir önermenin ilgili olduğu İBTD kazanımları dikkate alınarak düzenlenmiştir. Biyoloji öğretim programında yer verilen yirmi farklı İBTD kazanımı için ortalama değerler hesaplanmış ve elde edilen verilere uygulanacak olan istatistiksel test yönteminin belirlenebilmesi için istatistiksel varsayımları sınavıcı testler yürütülmüştür. Hesaplama sonucu her bir kazanım için elde

edilen ortalamalar ve istatistiksel varsayımları sınavıcı test sonuçları Ek 10'da ve özeti Tablo 71'de sunulmuştur.

Tablo 71. İBDT ölçeği tutum ortalamaları ve varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
Toplam	Öntest	85	178.765	24.683	0.488	0.615	0.080	0.200	Parametrik
	Sontest	85	180.259	22.166	0.621	0.540	0.091	0.082	

*(p<0.05), **(p<0.001)

İBDT kazanımları tutum ortalamalarının hem uygulama öncesinde ve sonrasında hem de çalışmada oluşturulan gruplar bazında karşılaştırılmasında kullanılacak istatistiksel yöntemlerin belirlenmesi için parametrik test varsayımları sınanmıştır. Parametrik testlerin uygulanabilmesi için gerekli üç varsayım bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan istatistiksel bağımsızlık öğrencilerin gerek öntest gerekse sontest uygulamalarının her birine bağımsız olarak katılması ile gerçekleştirilmiştir. İkinci olarak, verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov (KS) testi yürütülerek sınanmıştır. KS test değerlerinin anlamlılık düzeyleri dikkate alındığında, İBDT kazanım ortalamalarının hem öntest hem de sontestte normal dağılım eğrisine uygun olarak dağılmadığı bu nedenle parametrik olmayan dağılım gösterdiği belirlenmiştir (p<0.05). Öte yandan, İBDT ölçeğinde yer alan önermelerin tamamından elde edilen toplam değere uygulanan KS testi sonucu elde edilen anlamlılık değeri toplam değerlerin hem öntest hem de sontestte normal dağılım gösterdiğini kanıtlamaktadır (p>0.05). Son olarak, toplam tutum ortalamalarına Levene sınaması uygulanarak eşit varyanslılık varsayımı sınanmıştır. Hem öntest için 0.488 olarak hesaplanan levene istatistiğinin hem de son test için 0.621 olarak hesaplanan levene istatistiğinin anlamlılık düzeyinin 0.05'den büyük olması nedeniyle eşit varyanslılık varsayımının da toplam tutum ortalamaları için yerine getirildiği anlaşılmıştır. İstatistiksel bağımsızlık, normal dağılım ve eşit varyanslılık varsayımlarının sağlanması nedeniyle toplam tutum ortalamalarına parametrik testlerin, İBDT kazanımları tutum ortalamalarına ise parametrik olmayan testlerin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada oluşturulan gruplardan her birinde ayrı ayrı uygulanan yapılandırmacı aktivitelerin, bilgisayar destekli etkinliklerin ve geleneksel yöntemin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla hangi düzeyde etkili olduğunun araştırılması için DG1, DG2 ve KG'den elde edilen İBDT kazanım ortalamalarına Wilcoxon işaretli sıralar testi (Z) testi, toplam tutum ortalamalarına ise bağımlı t-testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar Ek 10'da ve özeti Tablo 72'de sunulmuştur.

Tablo 72. Grupların öntest-sontest İBTD ölçeği ortalamalarının karşılaştırılması

		Öntest			Sontest		Z / t	
		N	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	Değer	P
Toplam	DG1	28	179.179	26.330	183.143	19.871	-0.413	0.683
	DG2	29	179.621	22.079	186.069	21.925	-1.269	0.215
	KG	28	177.464	26.342	171.357	22.543	-1.050	0.303

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 72 incelendiğinde, İBTD kazanım ortalamalarına uygulanan Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen Z değerlerinin anlamlılık düzeylerinin çalışma süresince farklı gruplarda yapılan uygulamaların uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık meydana getirmeyeceğine işaret ettiği anlaşılmaktadır (p>0.05). Sadece, grup ve diğer çalışmalarda bireysel sorumluluğu yerine getirme ile ilgili on altıncı kazanım ile ilgili önermelere karşı gösterilen katılma düzeylerine bağlı tutumlarda yapılandırmacı etkinliklerin uygulandığı DG1’da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilirken, kendisi için uygun çalışma teknikleri geliştirme çabası gösterme ile ilgili üçüncü kazanım ile ilgili önermelere karşı gösterilen katılma düzeylerine bağlı tutumlarda yapılandırmacı etkinliklerin uygulandığı DG1’da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir azalış olduğu belirlenmiştir (p<0.05). İBTD kazanım ortalamalarından farklı olarak, tutum ortalamalarına uygulanan t-testi sonuçları da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla DG1, DG2 ve KG öğrencilerinin İBTD bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymaktadır (p>0.05). Başka bir ifade ile, yapılandırmacı aktiviteler, bilgisayar destekli etkinlikler ve geleneksel yöntemin uygulandığı gruplardaki öğrencilerin uygulama sonrasında sahip oldukları tutumları uygulama öncesinden farklı değildir. Uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla İBTD değişimlerinin test edilmesinin ardından, uygulama öncesinde ve sonrasında gruplar arasında İBTD bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla İBTD kazanım ortalamalarına Kruskal Wallis (H) testi, toplam tutum ortalamalarına ise varyans analiz (F) testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar Ek 10’da ve özeti Tablo 73’de sunulmuştur.

Tablo 73. İBTD ölçeği öntest-sontest ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

		$\bar{X}/R\bar{X}$			Varyans Analizi		Post Hoc
		DG1	DG2	KG	H/F	p	
Toplam	Öntest	179.179	179.621	177.464	0.059	0.943	DG1=DG2>KG
	Sontest	183.143	186.069	171.357	3.717	0.028*	

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 73 incelendiğinde, İBTD kazanımları tutum ortalamalarına uygulanan H testi değerlerinin anlamlılık değerleri incelendiğinde uygulama öncesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Sadece, çalışmalarda bireysel sorumluluğu yerine getirme ile ilgili on altıncı kazanımın tutum ortalamasında istatistiksel olarak anlamlı bir olduğu belirlenmiştir. Farklılığın uygulama sonrasına etkisini belirlemek amacıyla on altıncı kazanım tutum ortalamasına kovaryans analiz testinin parametrik olmayan verilere uygulanan karşılığı olan Quade kovaryans analiz (Q) testi uygulanmıştır. Öte yandan, toplam tutum öntest ortalamalarına uygulanan varyans analizi testinden elde edilen değerin anlamlılık düzeyinin de uygulama öncesinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığına işaret ettiği ortaya çıkarılmıştır.

Uygulamalar sonrasında ise, İBTD kazanım ortalamalarına uygulanan H testi değerinin istatistiksel anlamlılık düzeyinin ikinci ve on dokuzuncu kazanımlar dışında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa işaret etmediği sonucuna varılmıştır. Farklılığın anlamlı bulunduğu ikinci ve on dokuzuncu kazanımlara post hoc analizi uygulanmıştır. Uygulanan post hoc analizi, yapılandırmacı aktivitelerin ve bilgisayar destekli etkinliklerin geleneksel yöntemle oranla öğrenmeyi öğrenme ile ilgili ilkeleri uygulamayı alışkanlık hâline getirme ile ilgili kazanım tutum ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, analiz sonuçları bilgisayar destekli etkinliklerin ve geleneksel anlayışın yapılandırmacı aktivitelerle oranla etkinliklerde öne sürülen görüşlerle ilgili “kabullenilmiş” tavrıdan daha çok “şüpheliği” tercih etme ile ilgili kazanım tutum ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini de ortaya koymuştur. Öte yandan, bireysel sorumluluğu yerine getirme ile ilgili on altıncı kazanım tutum ortalamalarına uygulanan Quade testi sonuçları uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı her hangi bir farklılık olmadığını sonuç vermiştir. Yani, öntest uygulamalar öncesinde on altıncı İBTD kazanımı ortalamalarında DG1 lehine olan istatistiksel olarak anlamlı farklılık dikkate alınarak yürütülen parametrik olmayan Quade kovaryans analizi testi sonucuna göre araştırma boyunca yürütülen yapılandırmacı aktiviteler, bilgisayar destekli etkinlikler ve geleneksel yöntemler öğrencilerin bireysel sorumluluklarını yerine getirme tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana getirememiştir. Son olarak, toplam tutum ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonucunda elde edilen F testi değerinin anlamlılık değeri uygulama sonrasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğuna işaret etmektedir. Yapılan post hoc analizi sonucuna göre yapılandırmacı aktivitelerin ve bilgisayar destekli etkinliklerin geleneksel yöntemle oranla İBTD ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini ortaya koymuştur.

4.3. BABS becerileri Kazanımlarına Yönelik Bulgular

Araştırma süresince gerçekleştirilen uygulamalar öncesinde ve sonrasında BABS becerileri testinde yer alan sorulara öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar biyoloji öğretim programında yer verilen BABS becerileri kazanımlarına paralel olacak biçimde sınıflandırılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen betimleyici ve içkin analiz sonuçları BABS becerileri kazanımlarına yönelik bulgular başlığı altında sunulmuştur.

4.3.1. BABS becerileri Testi Verileri Betimleyici Analiz Bulguları

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan ilki “Varlıkları duyu organlarını ve/veya uygun araç ve gereçleri kullanarak gözlemler” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan birincisinde türe bağlı populasyon tanımı verildikten sonra kenerında bitki ve ağaçların, içerisinde ise balık ve ördeklerin yüzdüğü bir göl resmi verilmiştir. Öğrencilerden resmi dikkate alarak seçeneklerden hangisinin bir populasyon ifade etmediği sorulmuştur. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 74’de sunulmaktadır.

Tablo 74. BABS becerileri testinin 1.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Göldeki ördekler	2	4	5	2	2	2
B	Göl kenarındaki meşe ağaçları	6	9	6	4	4	4
C	Göldeki balıklar	1	0	0	0	0	1
D	Göl kenarındaki tüm bitkiler*	19	16	17	21	23	21
	Boş	0	0	0	1	0	0

*Doğru cevap

Tablo 74 incelendiğinde, uygulama sonrasında bir öğrenci (KG: 1) dışında öğrencilerin tamamının soruda verilen şekil ve tanım üzerinde gözlem becerilerini kullanarak populasyonların teşhis edilmesinin istendiği soruya herhangi bir cevap vermediği belirlenmiştir. Şekil incelendiğinde göl kenerında birden fazla türden bitki olduğu görülmektedir. Bu nedenle, göl kenarındaki tüm bitkiler bir populasyon ifade etmez. Nitekim, uygulama öncesinde 52 öğrenci (DG1: 19, DG2: 16, KG: 17), uygulama sonrasında ise 65 öğrenci (DG1: 21, DG2: 23, KG:21) birden fazla türe işaret eden ifadenin yer aldığı D seçeneğini işaretleyerek doğru cevap verebilmiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 21 öğrenci (DG1: 6, DG2: 9, KG: 6), uygulama sonrasında ise 12 öğrenci (DG1:4, DG2: 4, KG:4) göl

kenarındaki meşe ağaçlarının bir populasyon ifade etmeyeceğini belirtmiştir. Yine, uygulama öncesinde 11 öğrenci (DG1: 2, DG2: 4, KG: 5), uygulama sonrasında ise 6 öğrenci (DG1: 2, DG2: 2, KG: 2) göldeki ördeklerin bir populasyon olamayacağı düşüncesini taşıdığı anlaşılmıştır. Ek olarak, uygulama öncesinde 1 öğrenci (DG1: 1) ve uygulama sonrasında 1 öğrenci (KG: 1) göldeki balıkların bir populasyon olamayacağı fikrini benimseyerek hatalı cevap vermişlerdir. Sonuç olarak, verilen bir tanıma uygun olarak şekil üzerinde yapacakları gözlem doğrultusunda sonuca ulaşmaları beklenen bir soruyla karşılaşan öğrencilerin neredeyse tamamı soruya yanıt vermiş, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında her üç gruptan öğrencilerin çoğunluğu doğru seçeneği bulabilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan ikincisi “çeşitli sınıflandırma ölçütlerini kullanır, açıklar ve/veya oluşturur” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan ikincisinde vitaminin miktarının fare canlısının büyümesine etkisi ile ilgili olarak ileri sürülen bir hipotez ortaya konarak öğrencilerden fare canlısının büyümesini ölçme noktasında hangi ölçütün kullanılmasının yerinde olacağını belirtmeleri istenmiştir. Uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili soruya verilen öğrenci cevapları Tablo 75’de sunulmaktadır.

Tablo 75. BABS becerileri testinin 2.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Her gün farelerin hızını ölçer.	3	6	3	2	2	5
B	Farelerin günlük uyku sürelerini ölçer.	10	2	4	5	3	4
C	Her gün farelerin ağırlıklarını ölçer.*	7	12	16	17	15	15
D	Her gün farelerin yiyeceği vitaminleri tartar.	7	9	5	4	9	4
	Boş	1	0	0	0	0	0

Tablo 75 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir öğrenci (DG1: 1) dışında öğrencilerin tamamının fare büyüme hızını ölçmek için bir ölçüt geliştirmeleri gereken soruya bir cevap verebilmiştir. Farelerin boy ve kilolarında zamana bağlı olarak meydana gelen artış farelerin büyüme hızı olarak ifade edilebilir. Seçenekler incelendiğinde, uygulama öncesinde 35 öğrenci (DG1: 7, DG2: 12, KG: 16), uygulama sonrasında ise 47 öğrenci (DG1: 17, DG2: 15, KG:15) hergün farelerin ağırlıklarını ölçeceklerini belirterek doğru cevap vermiştir. Diğer taraftan, verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 16 öğrenci (DG1: 10, DG2: 2, KG: 4), uygulama sonrasında ise 12 öğrenci (DG1:5, DG2: 3, KG:4) farelerin günlük uyku sürelerini ölçerek büyüme hızlarını hesaplayabileceklerini iddia ederek yanlış cevap vermişlerdir. Ayrıca, uygulama öncesinde 11 öğrenci (DG1: 7, DG2: 9, KG: 5), uygulama sonrasında ise 17 öğrenci (DG1: 4, DG2: 9, KG: 4) her gün

farelere verilecek vitamin miktarını ölçerek farelerin büyüme hızlarını hesaplayabileceğini dilegetirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 12 öğrenci (DG1: 3, DG2: 6, KG: 3), uygulama sonrasında ise 9 öğrenci (DG1: 2, DG2: 2, KG: 5) her gün farelerin hızlarını ölçerek büyüme hızlarını bulabileceğini belirterek yanılığa düşmüştür. Özetle, gerek uygulama öncesinde gerek uygulama sonrasında öğrenciler farelerin günlük ağırlık ölçümlerine bağlı olarak büyüme hızlarına vitamin kullanımının etkisini belirleyebilecekleri düşüncesine uygun olan seçeneği en yüksek oranda tercih ederek soruya doğru cevap vermiş ancak önemli bir oranda öğrenci de yanlış seçeneklere yönelmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan üçüncüsü “biyolojik olaylarla ilgili çeşitli öngörülerde bulunur” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan üçüncüsünde yapılacak bir fabrikanın bireyin çevresinde meydana getireceği değişim üzerine çeşitli öngörude bulunması istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 76’de sunulmaktadır.

Tablo 76. BABS becerileri testinin 3.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Çimento fabrikasından çıkan gazlar çevre sakinlerinin sağlığını olumsuz yönde etkiler.	6	7	7	7	7	4
B	Çimento fabrikasından çevreye daha fazla karbondioksit yayılacağı için bitkilere faydalı olur. *	16	12	13	16	18	20
C	Çimento fabrikasının yapacağı hava kirliliğinden bölgede yaşayan hayvanlar olumsuz etkilenir.	0	4	2	0	1	0
D	Çimento fabrikası işsizlik oranı yüksek bölge insanı için yeni iş olanakları anlamına gelir.	6	6	6	5	3	4
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 76 incelendiğinde, öğrencilerin tamamının hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında bir çimento fabrikasının yaşadıkları çevrede meydana getireceği değişim ile ilgili çeşitli öngörülerde bulunmasının istendiği soruya bir cevap verebildiği görülmektedir. Seçenekler incelendiğinde, uygulama öncesinde 41 (DG1: 16, DG2: 12, KG: 13) öğrenci, uygulama sonrasında ise 54 (DG1: 16, DG2: 18, KG:20) öğrenci çimento fabrikasından salınan karbondioksit miktarında olan artış sayesinde bitkilerin fayda göreceği öngörüsünde bulunulamayacağını belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 20 (DG1: 6, DG2: 7, KG: 7), uygulama sonrasında ise 18 (DG1:7, DG2: 7, KG:4) öğrenci fabrikadan çıkan zehirli gazların çevre sakinlerinin sağlığını olumsuz etkileyeceği öngörüsünde

bulunulamayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 18 (DG1: 6, DG2: 6, KG: 6), uygulama sonrasında ise 12 (DG1: 5, DG2: 3, KG: 4) öğrenci fabrikanın yeni iş olanağı yaratacağı öngörüsünde bulunulamayacağını düşünerek yanılığa düşmüşlerdir. İlaveten, uygulama öncesinde 6 (DG2: 4, KG: 2), uygulama sonrasında ise 1 (DG2: 1) öğrenci fabrikanın meydana getireceği hava kirliliğinden hayvanların olumsuz etkileneceği öngörüsünde bulunulamayacağını ifade ederek yanlış cevap vermiştir. Sonuç olarak, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin yaklaşık olarak yarısının seçeneklerde verilen değişik öngörülere katılabildikleri ortaya çıkarılmıştır.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan dördüncüsü “Güvenilir ve kesin verilere dayalı tahminlerde bulunur.” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan dördüncüsünde süttten mayalanarak yoğurt yapılması tarifi verilmiş ve öğrencilerden tarife uygun yapıldığı halde sütün yoğurt tutmaması ile ilgili tahminde bulunmaları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 77’de sunulmaktadır.

Tablo 77. BABS becerileri testinin 4.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Sütün bulunduğu kabın etrafında bulunan bezden içeri hava sızmıştır.*	4	9	17	12	18	14
B	Yoğurt bakterilerinin çoğalması için yeterli sıcaklık sağlanamamıştır.	3	5	4	2	3	3
C	Mayalama için kullanılan yoğurttaki bakteri sayısı yetersiz kalmıştır.	17	14	7	12	7	10
D	Kullanılan süt yoğurt bakterilerinin çoğalmasına elverişli değildir.	2	0	0	2	1	1
	Boş	2	1	0	0	0	0

Tablo 77 incelendiğinde, uygulama öncesinde 3 (DG1: 2; DG2: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamı sütün yoğurt tutmaması ile ilgili tahminde bulunulmasının istendiği soruya bir cevap verebilmiştir. Soruda belirtilen yoğurt bakterileri uygun ortam, besin ve sıcaklığın sağlanması durumunda hızlı bir biçimde çoğalırlar. Nitekim, uygulama öncesinde 30 (DG1: 4, DG2: 9, KG: 17) öğrenci, uygulama sonrasında ise 44 (DG1: 12, DG2: 18, KG:14) öğrenci süt kabının etrafına kabın sıcaklığını korumak sarılan bezden hava sızmış olmasından dolayı sütün yoğurt tutmamış olabileceği tahminin doğru olmadığını belirterek doğru cevap vermişlerdir. Diğer taraftan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 38 (DG1: 17, DG2: 14, KG: 7), uygulama sonrasında ise 29 (DG1:12, DG2: 7, KG:10) öğrenci mayalanma için kullanılan yoğurttaki

bakteri sayısının yetersiz olamayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 12 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 7 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 3) öğrenci yoğurt bakterilerinin çoğalmasının sıcaklıktan bağımsız olduğu tahmininde bulunarak hatalı cevabı tercih etmişlerdir. Son olarak, uygulama öncesinde 2 (DG1: 2) ve uygulama sonrasında 4 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 1) öğrenci kullanılan sütün yoğurt bakterilerinin çoğalmasına elverişli olamayacağı tahmininde bulunarak yanılığa düşmüşlerdir. Özetle, öğrenciler soruda yoğurt mayalama süreci ile ilgili verilen detayları takip ederek süreçteki değişkenleri belirleyebilmiş ve tahminlerde bulunarak doğru cevaba ulaşabilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan beşincisi “Kavramları yapılandırmak ve fikirleri geliştirmek için benzeşimler (analojiler) üretir.” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan beşincisinde ökaryotik bir hücreyi oluşturan yapılar ve görevleri sıralanarak öğrencilerin hücresel yapılar ve görevleri ile ilgili analogiler kurmaları istenmiştir Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 78’de sunulmaktadır.

Tablo 78. BABS becerileri testinin 5.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Hücre zarı - Gümrük kapısı	1	9	5	4	2	3
B	Çekirdek – Atom*	20	19	22	20	24	21
C	Mitokondri - Enerji santrali	1	0	1	2	2	1
D	Lizozom – Mide	6	1	0	2	0	3
	Boş	0	0	0	0	1	0

Tablo 78 incelendiğinde, uygulama sonrasında bir öğrenci (DG2: 1) dışında öğrencilerin tamamının hücresel yapılar ve hücresel yapıların yerine getirdikleri görevler ile ilgili analogiler kurulmasının istendiği soruya cevap verdiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 61 öğrenci (DG1: 20, DG2: 19, KG: 22) öğrenci, uygulama sonrasında ise 65 öğrenci (DG1: 20, DG2: 24, KG:21) hücre çekirdeğinin görevi itibarıyla atom ile arasında bir analogi kurulamayacağını belirterek doğru cevap vermişlerdir. Diğer taraftan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 15 öğrenci (DG1: 1, DG2: 9, KG: 5), uygulama sonrasında ise 9 öğrenci (DG1: 4, DG2: 2, KG: 3) hücre zarının hücreye madde giriş çıkışından sorumlu olma görevi ile gümrük kapılarının ülkeye giriş çıkışından sorumlu olması arasında bir analogi kurulamayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 7 öğrenci (DG1: 6, DG2: 1), uygulama sonrasında ise 5 öğrenci (DG1: 2, KG: 3) lizozomun hücre içi sindirim işlevi ile midenin sindirim görevi arasında bir

analoji kurulamayacağını ifade ederek hatalı cevap vermiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 2 öğrenci (DG1: 1, KG: 1) ve uygulama sonrasında 5 öğrenci (DG1: 2, DG2: 2, KG: 1) mitekondrinin ATP üretimi ile santrallerde enerji üretimi arasında bir analoji kurulamayacağını düşünerek yanlış seçeneği tercih etmiştir. Sonuç olarak, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin büyük çoğunluğu çekirdeğin ve atomun küçük olmasının hücresel yapıların görevleri ile ilgili bir analoji olmadığı tespitinde bulunarak doğru cevaba yönelmiş ve analogiler üretebilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan altıncısı “bir araştırmayı yapmak için uygun olan metodu seçer” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan altıncısında bir içmece suyunun böbrek taşı oluşumunu önleyici etkisinin belirlenebilmesi için uygun olan araştırma metodunun seçilmesi istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 79’da sunulmaktadır.

Tablo 79. BABS becerileri testinin 6.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	İçmece kaynağından çıkan suyun bileşimi analiz edilir.*	11	17	16	15	17	15
B	Böbrek taşı hastalarına düzenli olarak kaynak suyu içirilir.	6	4	1	2	2	1
C	İçmece yakınlarında oturanlara böbrek taşı olup olmadığı sorulur.	11	2	6	8	8	10
D	Kaynak suyunun böbrek taşlarını eritip eritmediği test edilerek.	0	6	5	3	2	2
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 79 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamının içmece suyunun böbrek taşı üzerine etkisinin nasıl ölçüleceği ile ilgili bir metod belirlenmesinin istendiği soruya bir cevap verebildiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 44 öğrenci (DG1: 11, DG2: 17, KG: 16) öğrenci ve uygulama sonrasında ise 65 öğrenci (DG1: 15, DG2: 17, KG: 15) suyun böbrek taşı oluşumuna etkisinin içmece kaynağından alınan numunenin bileşiminin analiz edilmesi metodu ile bulunabileceğini ifade ederek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 19 öğrenci (DG1: 11, DG2: 2, KG: 6), uygulama sonrasında ise 26 öğrenci (DG1: 8, DG2: 8, KG: 10) içmece yakınlarında ikamet eden insanların böbrek taşı sorunu yaşayıp yaşamadığının sorulması yöntemini seçerek yanılgıya düştükleri belirlenmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 11 öğrenci (DG1: 6, DG2: 4, KG: 1), uygulama sonrasında ise 5 öğrenci (DG1: 2, DG2: 2, KG: 1) böbrek taşı hastalarına içmece suyunun verilmesi yöntemini seçmek suretiyle hatalı cevap vermiştir. Son olarak,

uygulama öncesinde 11 öğrenci (DG2: 6, KG: 5) ve uygulama sonrasında 7 öğrenci (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2) doğrudan kaynak suyunun böbrek taşları üzerinde denenerek eritici etkisinin tespit edilmesi gerektiği seçeneğini işaretleyerek yanlış cevap vermiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin yarıdan fazlası uygulama öncesinde ve sonrasında verilen bir biyolojik olaya uygun yöntemi seçebilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yedincisi “bilgi toplamak amacıyla çeşitli kaynaklara başvurur” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yedincisinde mısır bitkisinin üretimine etki eden faktörler hakkında bilgi edinmek isteyen bir çiftçinin hangi kaynaklara başvurabileceği sorulmuştur. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 80’de sunulmaktadır.

Tablo 80. BABS becerileri testinin 7.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Mısır üretimi ile ilgili web sitelerini dolaşır.*	17	11	11	13	10	12
B	Ziraat odasından bir tarım uzmanına sorar.	1	8	3	4	4	7
C	En yaşlı mısır üreticisinin önerilerini alır.	7	8	12	7	12	7
D	Mısır üretimini konu edinen bir kitap edinir.	3	2	2	4	3	2
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 80 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamının mısır bitkisinin üretimi ile ilgili bilgi edinme yollarının sorulduğu soruya bir cevap verebildiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 39 öğrenci (DG1: 17, DG2: 11, KG: 11), uygulama sonrasında ise 35 öğrenci (DG1: 13, DG2: 10, KG: 12) mısır bitkisinin üretimi ile ilgili web sitelerini dolaşarak birden fazla kaynağa ulaşabileceğini ve bu sayede çeşitli kaynaklardan bilgi edinilebileceğini belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde, uygulama öncesinde 32 öğrencinin (DG1: 7, DG2: 8, KG: 12), uygulama sonrasında ise 26 öğrencinin (DG1: 7, DG2: 12, KG: 7) en yaşlı mısır bitkisi üreticisinin önerilerini alarak çok yönlü bilgi edinilebileceği düşüncesini ifade ederek yanlış cevap verdiği görülmektedir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 12 öğrenci (DG1: 1, DG2: 8, KG: 3), uygulama sonrasında ise 15 öğrenci (DG1: 4, DG2: 4, KG: 7) bir tarım uzmanına danışarak mısır üretimi hakkında çok yönlü bilgi edinilebileceğini belirterek hatalı cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 7 öğrenci (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2), uygulama sonrasında ise 10 öğrenci (DG1: 4, DG2: 3, KG: 3) bir kitaptan mısır bitkisinin üretimi ile ilgili çok yönlü bilgi edinilebileceği cevabını vererek yanılgıya düşmüştür. Özetle, her ne kadar uygulama öncesinde ve sonrasında daha fazla öğrenci yanlış cevap olsa da mısır üretimi ile ilgili bilgiye ulaşma yollarının sorgulandığı soruda

öğrencilerin çoğunluğu internet üzerinden çok yönlü bilgiye ulaşılabilineceğini ifade ederek doğru cevap vermiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan sekizincisi “yanlılık gösteren bilgi ve görüşleri ayırt eder” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan sekizincisinde öğrencilerden biyoloji ile ilgili olan günlük hayatta karşılaşılabilecek bir olayda yanlılık göstermeyen görüşü ayırt etmeleri istenmiştir. Soruda, derisinde mantar oluşumu olan birine sunulan görüşlerden yanlı olmayan görüşü ayırt etmesi istenmektedir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 81’de sunulmaktadır.

Tablo 81. BABS becerileri testinin 8.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Anne	9	8	7	6	2	4
B	Baba*	10	14	14	14	13	16
C	Abla	6	3	1	2	4	3
D	Abi	2	4	6	6	10	5
	Boş	1	0	0	0	0	0

Tablo 81 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir öğrenci (DG1: 1) dışında öğrencilerin tamamının bir olay karşısında öne sürülen görüşlerin değerlendirilerek yanlılık ifade edilen görüşlerin elenmesinin istendiği soruya bir cevap oluşturabildiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 38 öğrenci (DG1: 10, DG2: 14, KG: 14), uygulama sonrasında ise 43 öğrenci (DG1: 14, DG2: 13, KG: 16) Murat’a babasının önermiş olduğu mantar hastalığı iyileşinceye kadar çamaşırlarını yüksek sıcaklıkta yıkaması önerisini işaretleyerek doğru cevap verebilmiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 24 öğrenci (DG1: 9, DG2: 8, KG: 7, uygulama sonrasında ise 12 öğrenci (DG1:6, DG2: 2, KG:4) Murat’ın annesinin görüşünü dikkate alarak havuza gitmemesi gerektiğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 12 öğrenci (DG1: 2, DG2: 4, KG: 6), uygulama sonrasında ise 21 öğrenci (DG1: 6, DG2: 10, KG: 5) abisinin görüşü doğrultusunda reçetesiz olarak satılan ürünü kullanması gerektiği cevabını vererek yanılığa düşmüştür. Son olarak, uygulama öncesinde 10 öğrenci (DG1: 6, DG2: 3, KG: 1) ve uygulama sonrasında 9 öğrenci (DG1: 2, DG2: 4, KG: 3) ablasının görüşüne uyarak doktora gitmeden daha önce kullanılan ilaçların tekrar kullanılabileceği fikrini onaylayarak hatalı cevap vermişlerdir. Özetle, sağlıkla ilgili bir biyolojik olay karşısında ileri sürülen görüşler arasından yanlılık ifade edenlerin ayırt edilmesinin beklendiği soruya öğrenciler

öğünlukla doğru cevap vermiş ancak uygulama sonrasında bile öğrencilerin yarısı yanlışlı cevap vermeye devam etmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan dokuzuncusu “Araştırmayı veya etkinliği yapmak için gerekli, uygun alet ve materyalleri seçer.” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan dokuzuncusunda deney dolabından fasulye tohumlarının nemli toprak ve nemli pamuk ortamlarından hangisinde daha çabuk filizleneceğini belirlemek üzere yapılacak bir deney için gerekli araç ve gereçlerin seçilmesi istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 82’de sunulmaktadır.

Tablo 82. BABS becerileri testinin 9.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	2, 4, 8	4	9	13	9	4	7
B	3, 5, 6, 9	0	2	0	2	6	4
C	1, 4, 5, 6, 7	5	5	7	4	5	6
D	1, 2, 3, 5, 7, 9*	18	13	8	13	14	11
	Boş	1	0	0	0	0	0

Tablo 82 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir (DG1: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamının yapılacak bir deney için gerekli malzemelerin seçilmesinin istendiği soruya bir cevap oluşturabildiği görülmüştür. Şekli verilen malzeme dolabının içindeki su, birinci bardak, ikinci bardak, bezelye tohumları, fasulye tohumları, kâğıt, pamuk, kum ve toprak sırasıyla numaralandırılmıştır. Uygulama öncesinde 39 (DG1: 18, DG2: 13, KG: 8) öğrenci, uygulama sonrasında ise 38 (DG1: 13, DG2: 14, KG:11) öğrenci fasulye ortamlarının nemli toprak ya da pamuk ortamında çimlenme hızı ile ilgili deney için malzeme dolabından su, bardaklar, fasulye tohumları, pamuk ve toprak seçiminde bulunarak doğru cevap vermiştir. Diğer taraftan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 26 (DG1: 4, DG2: 9, KG: 13), uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 9, DG2: 4, KG: 7) öğrenci deney için bir bardak, bezelye tohumları ve kum seçiminde bulunarak hatalı cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 17 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 7), uygulama sonrasında ise 15 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 6) öğrenci deneyin su, bezelye tohumları, fasulye tohumları, kâğıt ve pamuk kullanılarak yapılabileceğini ifade ederek yanlışlığa düşmüştür. Ayrıca, uygulama öncesinde 2 (DG2: 2) ve uygulama sonrasında 12 (DG1: 2, DG2: 6, KG: 4) öğrenci bardak, fasulye tohumları, kâğıt ve toprak kullanılarak deneyin yapılabileceğini belirterek yanlış cevap vermişlerdir. Sonuç olarak, öğrencilerden bir deneye uygun malzeme seçmeleri istendiğinde çoğunluğunun doğru

seçimler yaparak deneyi başarabileceği ancak yine de yarıdan fazla sayıda öğrencinin yanlış araç ve gereçler seçebileceği belirlenmiştir.

Biyoloji ğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan onuncusu “Kullanma kılavuzu veya sözlü beyanlardan bir alet veya materyalin nasıl kullanılacağını öğrenir ve uygular” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan onuncusunda bir mikroskopta görüntü bulmak için yapılması gereken işlemler sıralanmış ve öğrencilerin mikroskopta görüntü bulma talimatını öğrenip öğrenmediği sorgulanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 83’de sunulmaktadır.

Tablo 83. BABS becerileri testinin 10.sorusuna verilen ğrenci cevaplarının dağılımı

		ntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Kesin görüntü alana kadar ince ayar düğmesi ile ayar yapmalıdır.	2	0	5	7	6	0
B	Kaba ayar düğmesi ile nesne tablasını en st seviyeye çıkarmalıdır.	4	5	3	4	5	5
C	Büyütmeyi arttırmak için revolveri saat yönünde çevirmelidir.*	19	18	17	14	17	17
D	Bir sonraki preparatı sıkıştırma klipslerinin altına yerleştirmelidir.	3	5	3	3	1	5
	Boş	0	1	0	0	0	1

Tablo 83 incelendiğinde, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) ve uygulama sonrasında bir (KG: 1) ğrenci dışında öğrencilerin tamamının verilen mikroskopta görüntü bulma talimatı doğrultusunda en düşük objektifte görüntü bulunduktan sonra yapılması beklenen ilemin ne olduğu ile ilgili soruya bir cevap verdiği görülmektedir. Uygulama ncesinde 54 (DG1: 19, DG2: 18, KG: 17) ğrenci, uygulama sonrasında ise 48 (DG1: 14, DG2: 17, KG: 17) ğrenci en düşük büyütmede görüntü bulunduktan sonra büyütmeyi arttırarak görüntü bulmaya devam edilmesi gerektiğini belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 12 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 3), uygulama sonrasında ise 14 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 5) ğrenci en düşük büyütmede görüntü bulunduktan sonra kaba ayar düğmesi ile ayarlama yapılması gerektiğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 11 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 3), uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 1) ğrenci en düşük büyütmede görüntü bulunduktan sonra bir sonraki preparatın sıkıştırma klipslerine yerleştirilmesi gerektiğini belirterek yanılğıya düşmüştür. Son olarak, uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, KG: 5) ve uygulama sonrasında 13 (DG1: 7, DG2: 6) ğrenci en düşük büyütmede görüntü bulunduktan sonra ince ayar düğmesi ile ayarlama yaparak görüntünün netleştirilmesi

gerektiğini belirterek hatalı cevap vermiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin yarısından fazlasının gerek uygulama öncesinde gerekse uygulama sonrasında kullanma talimatları verilen bir mikroskopyu nasıl kullanabileceklerini öğrendikleri belirlenmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABSbecerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on birincisi “araştırma tekniklerini uygulamak amacıyla çeşitli araç gereçleri etkin olarak kullanır” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on birincisinde çürümüş yaprakların domates verimine etkisinin araştırıldığı bir araştırıldığı bir deney özetlenmiş ve araştırma süresince kullanılan teknikler dikkate alındığında kullanılabilecek araçların neler olduğunun belirlenmesi istemiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 84’de sunulmaktadır.

Tablo 84. BABS becerileri testinin 11.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Terazi	5	1	1	1	1	3
B	Dereceli silindir	9	7	4	3	5	1
C	Metre*	6	9	9	16	10	11
D	Kürek	7	12	14	8	13	12
	Boş	1	0	0	0	0	1

Tablo 84 incelendiğinde, uygulama öncesinde 1 öğrenci (DG1: 1) ve uygulama sonrasında ise 1 öğrenci (KG: 1) dışında öğrencilerin tamamı çürümüş yaprakların domates verimine etkisinin araştırıldığı bir deneyde etkin olarak kullanılan araç gereçlerin tesbit edilmesinin beklendiği soruya bir cevap oluşturabilmiştir. Uygulama öncesinde 24 öğrenci (DG1: 6, DG2: 9, KG: 9), uygulama sonrasında ise 37 öğrenci (DG1: 16, DG2: 10, KG: 11) yürütülen araştırmada uzunluk ölçümü yapılmadığı ve metreye gerek olmadığını ifade ederek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 33 öğrenci (DG1: 7, DG2: 12, KG: 14), uygulama sonrasında ise 33 öğrenci (DG1: 8, DG2: 13, KG: 12) domates bitkilerinin ekimi ve yaprakların ekim yapılacak toprakla karıştırılmasında kullanılabilecek küreğin araştırma için gerekli olmadığı cevabını vererek yanılğıya düşmüştür. Yine, uygulama öncesinde 20 öğrenci (DG1: 9, DG2: 7, KG: 4), uygulama sonrasında ise 9 öğrenci (DG1: 3, DG2: 5, KG: 1) domateslere verilecek su miktarının aynı olması için dereceli silindir ile hacminin ölçülmesi gerektiğini ihmal ederek hatalı cevap vermişlerdir. Son olarak, uygulama öncesinde 7 öğrenci (DG1: 5, DG2: 1, KG: 1) ve uygulama sonrasında 5 öğrenci (DG1: 1, DG2: 1, KG: 3) deney sonunda elde edilen domateslerin terazi kullanılarak tartılması gerektiğini görmezden gelerek yanılğıya düşmüşlerdir. Sonuç olarak, araştırma tekniklerinin dikkate alınarak uygun araç gereçlerin kullanılması

noktasında uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin yarıdan azının tekniğe uygun araç gereçleri kullabildiği belirlenmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on ikincisi “Bir problemi kesin ve açık olarak belirtir” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on ikincisinde çürümüş yaprakların domates verimine etkisinin araştırıldığı bir araştırıldığı bir deney özetlenmiş ve öğrencilerden araştırma probleminin ifade edilmesi istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 85’de sunulmaktadır.

Tablo 85. BABS becerileri testinin 12.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Güneşten alınan ışık miktarının domates üretimine etkisi nedir?	4	2	3	5	4	5
B	Saksı büyüklüğünün toprağa karıştırılan yaprak miktarına etkisi nedir?	2	6	8	4	2	1
C	Saksılara konulan su miktarının yaprakların çürümesine etkisi nedir?	3	3	3	3	3	3
D	Toprağa karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisi nedir?*	18	18	14	16	20	19
	Boş	1	0	0	0	0	0

Tablo 85 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir (DG1: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamının yapılan bir araştırmadan hareketle bir araştırma probleminin belirtilmesinin istendiği soruya bir cevap verebildiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 50 (DG1: 18, DG2: 18, KG: 14) öğrenci, uygulama sonrasında ise 55 (DG1: 16, DG2: 20, KG: 19) öğrenci araştırma probleminin toprağa karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisinin belirlenmesi olduğunu belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 16 (DG1: 2, DG2: 6, KG: 8), uygulama sonrasında ise 7 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 1) öğrenci araştırmada saksı büyüklüğünün toprağa karıştırılan yaprak miktarına etkisinin ne olduğunun araştırıldığı düşüncesine kapılarak yanlış cevap vermiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 9 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 3), uygulama sonrasında ise 14 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 5) öğrenci betimlenen araştırmada güneşten alınan ışık miktarının domates üretimine etkisinin araştırıldığını ifade ederek hatalı cevap vermiştir. İlâveten, uygulama öncesinde 9 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 3) ve uygulama sonrasında 9 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 3) öğrenci araştırmada saksılara konulan su miktarının yaprakların çürümesine olan etkisinin araştırıldığını belirterek yanlışlığa düşmüştür. Sonuç olarak, öğrencilerin yarıdan fazlasının hem uygulama

öncesinde hem de uygulama sonrasında özeti verilen bir araştırmanın araştırma problemini belirleyebildikleri ortaya çıkarılmıştır.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on dördüncüsü “Verilen bir olayda değişkenleri (bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenler) belirler.” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on üçüncüsünde çürümüş yaprakların domates verimine etkisinin araştırıldığı bir araştırıldığı bir deney özetlenmiş ve araştırma için tanımları da verilen bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini bulmaları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 86’da sunulmaktadır.

Tablo 86. BABS becerileri testinin 13.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Toprak miktarı, Karıştırılan yaprak miktarı, Elde edilen domates miktarı	9	8	11	12	10	10
B	Karıştırılan yaprak miktarı, Elde edilen domates miktarı, Toprak miktarı	6	11	6	5	9	10
C	Toprak miktarı, Elde edilen domates miktarı, Karıştırılan yaprak miktarı*	7	6	7	6	6	5
D	Elde edilen domates miktarı, Toprak miktarı, Karıştırılan yaprak miktarı	6	4	4	5	4	3
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 86 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamının bir araştırmadaki değişkenlerin belirlenmesinin istendiği soruya bir cevap oluşturabildikleri görülmektedir. Uygulama öncesinde 20 (DG1: 7, DG2: 6, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 17 (DG1: 6, DG2: 6, KG:5) öğrenci toprak miktarının kontrol, elde edilen domates miktarını bağımlı ve karıştırılan yaprak miktarının bağımsız değişken olduğunu belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 28 (DG1: 9, DG2: 8, KG: 11), uygulama sonrasında ise 32 (DG1: 12, DG2: 10, KG: 10) öğrenci toprak miktarının kontrol, elde edilen domates miktarını bağımsız ve karıştırılan yaprak miktarının bağımlı değişken olduğunu belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 23 (DG1: 6, DG2: 11, KG: 6), uygulama sonrasında ise 24 (DG1: 5, DG2: 9, KG: 10) öğrenci karıştırılan yaprak miktarının kontrol, elde edilen domates miktarını bağımlı ve toprak miktarının bağımsız değişken olduğunu belirterek yanılığa düşmüştür. Ayrıca, uygulama öncesinde 14 (DG1: 6, DG2: 4, KG: 4), uygulama sonrasında ise 12 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 3) öğrenci elde edilen domates miktarını kontrol, toprak miktarının bağımlı ve karıştırılan yaprak miktarının bağımsız değişken olduğunu belirterek hatalı cevap vermiştir. Özetle, bir araştırmadaki

değişkenlerin belirlenmesinin ve sınıflandırılmasının istendiği soruya öğrenciler doğru cevap vermede zorlanmışlardır. Özellikle bağımlı değişken ve bağımsız değişkeni birbiriyle karıştırmaları hatalı cevap vermelerine neden olmuştur.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on yedincisi “Bir hipotezi desteklemek ya da reddetmek amacıyla bulduğu sonuçları açık olarak ifade eder” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on dördüncüsünde çürümüş yaprakların domates verimine etkisinin araştırıldığı bir deney özetlenmiş ve bir hipotezi desteklemek için kullanabilecek sonuçların belirlenmesi istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 87’de sunulmaktadır.

Tablo 87. BABS becerileri testinin 14.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	12, 10, 8, 5*	25	21	18	18	19	18
B	5, 8, 10, 12	1	1	2	4	5	1
C	12, 10, 5, 8	2	5	6	6	4	8
D	8, 12, 10, 5	0	2	2	0	1	1
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 87 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamı bir hipotezin desteklenmesi için araştırma sonuçlarının ifade edilmesi gerektiği ile ilgili soruya bir cevap oluşturabilmiştir. Uygulama öncesinde 64 (DG1: 25, DG2: 21, KG: 18) öğrenci, uygulama sonrasında ise 55 (DG1: 18, DG2: 19, KG: 18) öğrenci daha fazla çürümüş yaprak konulan saksılardan daha fazla domates elde edildiğine işaret eden A seçeneğindeki veri setini tercih ederek doğru cevap vermiştir. Diğer taraftan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 13 (DG1: 2, DG2: 5, KG: 6), uygulama sonrasında ise 10 (DG1:4, DG2: 5, KG: 1) öğrenci hiç çürümüş yaprak karıştırılmayan saksıdan 5 kg. Çürümüş yaprak karıştırıldığında daha az miktarda domates elde edileceğine işaret edilen seçeneği tercih ederek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2), uygulama sonrasında ise 10 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 1) öğrenci daha fazla çürümüş yaprak konulan saksılardan daha az domates elde edildiğine işaret eden seçeneği tercih ederek yanılgıya düşmüşlerdir. Son olarak, uygulama öncesinde 4 (DG2: 2, KG: 2) ve uygulama sonrasında 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci saksılardan elde edilen domates miktarının saksıya konulan çürümüş yaprak miktarından bağımsız olarak azalıp arttığına işaret eden seçeneği işaretleyerek hatalı tercih yapmışlardır. Sonuç olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama

sonrasında öğrencilerin yarıdan fazlası soruda verilen hipoteze uygun veri setinden oluşan sonuçları tercih ederek öne sürülen hipotezi destekleyebilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi altıncısında “Bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. yazma ve/veya sözel iletişim yoluyla özetler” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on beşincisinde dördüncüsünde çürümüş yaprakların domates verimine etkisinin araştırıldığı bir araştırıldığı bir deney özetlenmiş ve araştırma sonucunda elde edilen bulgular sıralanarak öğrencilerin araştırmanın sonucunu özetlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 88’de sunulmaktadır.

Tablo 88. BABS becerileri testinin 15.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Bitkiler güneşten ne kadar çok ışık alırlarsa, o kadar fazla domates verirler.	6	4	5	8	6	6
B	Saksılar ne kadar büyük olursa, karıştırılan yaprak miktarı o kadar fazla olur.	2	5	5	1	3	3
C	Toprağa ne kadar çok yaprak karıştırılırsa, o kadar fazla domates elde edilir.*	18	19	17	14	20	18
D	Saksılar ne kadar çok sulanırsa, içlerindeki yapraklar o kadar çabuk çürür.	2	1	1	5	0	1
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 88 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamı araştırma sonuçlarının özetlenmesinin istendiği soruya bir cevap oluşturabilmiştir. Uygulama öncesinde 54 (DG1: 18, DG2: 19, KG: 17) öğrenci, uygulama sonrasında ise 52 (DG1: 14, DG2: 20, KG: 18) öğrenci araştırma sonucunda elde edilen sonuçların toprağa ne kadar çok yaprak karıştırılırsa, o kadar fazla domates elde edilir biçiminde özetlenebileceğini belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 15 (DG1: 6, DG2: 4, KG: 5), uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 8, DG2: 6, KG: 6) öğrenci araştırma sonucunda elde edilen sonuçların bitkiler güneşten ne kadar çok ışık alırlarsa, o kadar fazla domates verir biçiminde özetlenebileceğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 12 (DG1: 2, DG2: 5, KG: 5), uygulama sonrasında ise 7 (DG1: 1, DG2: 3, KG: 3) öğrenci araştırma sonucunda elde edilen sonuçların saksılar ne kadar büyük olursa, karıştırılan yaprak miktarı o kadar fazla olur biçiminde özetlenebileceğini belirterek hatalı cevap vermiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 4 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 1) ve uygulama sonrasında 6 (DG1: 5, KG: 1) öğrenci araştırma sonucunda elde edilen sonuçların saksılar ne kadar çok sulanırsa, içlerindeki yapraklar o kadar çabuk çürür biçiminde

özetlenebilceğini belirterek yanılığa düşmüştür. Sonuç olarak, rakamsal olarak elde edilen verilerin sözel olarak ifade edilmesinin istediği soruya hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin yarıdan fazlasının doğru cevap verdiği ortaya çıkarılmıştır.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on üçüncüsü “Verilen probleme bir veya daha fazla çözüm önerisi getirir” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on altıncısında öğrencilerden akvaryumundaki balıkların hareketsiz olduğu tesbitinde bulunan bir öğrenciye balıkların hareketli olması için çözüm önerilerinde bulunmaları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 89’da sunulmaktadır.

Tablo 89. BABS becerileri testinin 16.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Akvaryuma ne kadar çok yem konursa, balıklar o kadar hareketli olur.	4	3	2	1	1	1
B	Akvaryum ne kadar çok ışık alırsa, balıklar o kadar hareketli olur.	11	11	13	13	8	5
C	Suda ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar hareketli olur.	3	3	1	5	8	8
D	Balıklar ne kadar hareketli olursa o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır. *	10	12	12	9	12	14
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 89 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamı balıkların hareketli olmalarına etki eden faktörlerin belirlenmesi problemine çözüm önerileri getirilmesinin istendiği soruya bir cevap oluşturabilmiştir. Uygulama öncesinde 34 (DG1: 10, DG2: 12, KG: 12) öğrenci, uygulama sonrasında ise 35 (DG1: 9, DG2: 12, KG: 14) öğrenci balıklar ne kadar hareketli olursa o kadar çok yeme ihtiyaç duyarlar tahminin balıkların hareketliliğini etkileyen etmenleri araştırmak için uygun olmayacağını belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 35 (DG1: 11, DG2: 11, KG: 13), uygulama sonrasında ise 26 (DG1: 13, DG2: 8, KG: 5) öğrenci akvaryum ne kadar çok ışık alırsa, balıklar o kadar hareketli olurlar tahminin balıkların hareketliliğini etkileyen etmenleri araştırmak için uygun olmayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 1), uygulama sonrasında ise 21 (DG1: 5, DG2: 8, KG: 8) öğrenci suda ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar hareketli olur tahminin balıkların hareketliliğini etkileyen etmenleri araştırmak için uygun olmayacağını belirterek hatalı cevap vermiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 9 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 2), uygulama sonrasında ise 3 (DG1:

1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci akvaryuma ne kadar çok yem konursa, balıklar o kadar hareketli olur tahminin balıkların hareketliliğini etkileyen etmenleri araştırmak için uygun olmayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Sonuç olarak, verilen bir biyolojik probleme çözüm önerileri getirilmesinin beklendiği soruya uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin çoğunluğunun doğru cevap verebildiği ancak verilen yanlış cevapların ağırlıkta olduğu bulunmuştur.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on beşincisi “Öne sürdüğü hipotezi test etmek amacıyla bir etkinlik tasarlar ve yapar” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on yedincisinde öğrencilerden sulamanın domates üretimine etkisini araştırmak isteyen bir bahçıvan için bir etkinlik tasarımları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 90’de sunulmaktadır.

Tablo 90. BABS becerileri testinin 17.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Farklı miktarlarda sulanan tohumların kaç günde filizleneceğine bakar. *	12	21	15	16	18	21
B	Her sulama işleminden bir gün sonra domates filizlerinin boyunu ölçer.	13	5	5	6	8	2
C	Farklı alanlarda filizlenen domates bitkilerine verilen su miktarını ölçer.	1	1	4	2	1	2
D	Filizlenmesi için farklı alanlara ekilen domates tohumu sayısına bakar.	2	2	4	4	2	3
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 90 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamı sulamanın domates üretimine etkisinin araştırılması için bir etkinlik tasarlanmasını gerektiren soruya bir cevap oluşturabilmiştir. Uygulama öncesinde 48 (DG1: 12, DG2: 21, KG: 15) öğrenci, uygulama sonrasında ise 55 (DG1: 16, DG2: 18, KG: 21) öğrenci sulamanın domates üretimine etkisinin farklı miktarlarda sulanan tohumların kaç günde filizleneceğine bakılarak bulunabileceğini belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 23 (DG1: 13, DG2: 5, KG: 5), uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 6, DG2: 8, KG: 2) öğrenci sulamanın domates üretimine etkisinin her sulama işleminden bir gün sonra domates filizlerinin boyunun ölçülmesi ile bulunabileceğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 8 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 4), uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 3) öğrenci sulamanın domates üretimine etkisinin filizlenmesi için farklı alanlara ekilen domates tohumu sayısına bakılarak bulunabileceğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 6 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 4), uygulama sonrasında ise 5 (DG1:

2, DG2: 1, KG: 2) öğrenci sulamanın domates üretimine etkisinin farklı alanlarda filizlenen domates bitkilerine verilen su miktarının ölçülmesi ile bulunabileceğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Özetle, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin yarıdan fazlası tohumlar ne kadar çok sulanırsa, o kadar çabuk filizlenir hipotezini test etmek amacıyla bir etkinlik tasarlayabildiği ortaya çıkarılmıştır.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on altıncısı “Uygun araç gereçleri kullanarak doğru ölçümler yapar” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan on sekizincisinde bir deneye ilişkin kısa bir bilgi verilerek öğrencilerden istenen veriye ulaşmaları için metre kullanarak doğru ölçüm yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında soruya verdiği cevaplar Tablo 91’de sunulmaktadır.

Tablo 91. BABS becerileri testinin 18.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Cetvelin Z noktasını bitkinin A noktasına getirerek.	5	6	9	8	7	5
B	Cetvelin Y noktasını bitkinin B noktasına getirerek*	10	9	7	10	12	12
C	Cetvelin X noktasını bitkinin B noktasına getirerek.	2	3	4	5	7	4
D	Cetvelin Y noktasını bitkinin A noktasına getirerek.	11	11	8	5	3	7
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 91 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamı metre kullanılarak doğru bir biçimde uzunluk ölçülmesini gerektiren soruya bir cevap oluşturabilmiştir. Uygulama öncesinde 26 (DG1: 10, DG2: 9, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 34 (DG1: 10, DG2: 12, KG: 12) öğrenci bitkinin boy uzamasını ölçmek için cetvelin sıfır noktasını bitkinin deneye başlamadan önceki uzunluğu olan 5 cm yukarıya hizalanması gerektiğini belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 20 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 9), uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 8, DG2: 7, KG: 5) öğrenci ölçüme toprak seviyesinden ve cetvelin başlangıç noktasının 5 cm yukarisından başlayarak yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 30 (DG1: 11, DG2: 11, KG: 8), uygulama sonrasında ise 15 (DG1: 5, DG2: 3, KG: 7) öğrenci bitkinin deneye başlamadan önceki uzunluğunu ölçüme dahil etmeyerek yanlışya düşmüştür. Son olarak, uygulama öncesinde 9 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 4), uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 5, DG2: 7, KG: 4) öğrenci bitkinin deneye başlamadan önceki uzunluğunu dikkate almış ancak cetvelin sıfır noktasını değilde başladığı noktayı ölçüme ekleyerek hatalı cevap vermiştir. Özetle, öğrencilerin hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında yarıdan fazlasının uzunluk ölçümlerini yapmakta zorlandığı ve çoğunlukla yanlış ölçüm yaptıkları belirlenmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on sekizincisi “Deneyisel sonuçların doğruluğunu sınırlayan hataların kaynaklarını belirler.” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinin on dokuzuncu sorusunda farklı yüksekliklerde yetişen çay bitkilerinde biriken ağır metal miktarını ölçmek isteyen bir bilim adamının yapmış olduğu ölçümler neticesinde elde ettiği veri seti sunulurken hata kaynağının belirlenmesi istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında vermiş oldukları cevaplar Tablo 92’de sunulmaktadır.

Tablo 92. BABS becerileri testinin 19.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

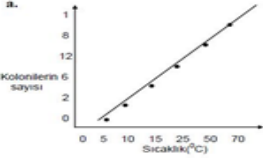
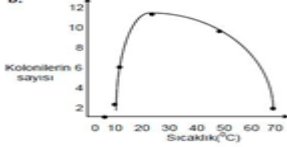
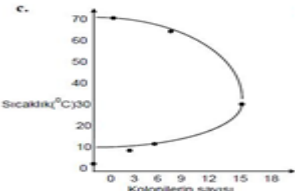
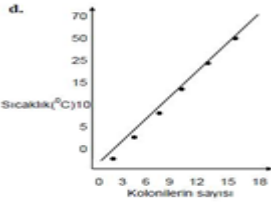
		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Yöntemleri uygularken yanlış yol izlemiştir.	0	1	3	2	2	6
B	Metal ölçüm cihazı yanlış ölçüm yapmaktadır.	6	4	7	10	6	2
C	Yöntem II cihaz için uygun bir yöntem değildir.	6	7	5	3	4	4
D	Cihaz farklı yükseklikler için iyi sonuç vermemektedir.*	16	17	12	12	17	16
	Boş	0	0	1	1	0	0

Tablo 92 incelendiğinde, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) ve uygulama sonrasında 1 (DG1: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamı soruya bir cevap verebilmiştir. Uygulama öncesinde 45 (DG1: 16, DG2: 17, KG: 12), uygulama sonrasında da 45 (DG1: 12, DG2: 17, KG: 16) öğrenci metal ölçüm cihazının farklı yükseklikler için iyi sonuç veremediği yorumunun yapılamayacağını belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 17 (DG1: 6, DG2: 4, KG: 7), uygulama sonrasında ise 18 (DG1: 10, DG2: 6, KG: 2) öğrenci verilerde ortaya çıkan uyuşmazlığa rağmen metal ölçüm cihazının yanlış ölçüm yaptığı yorumunun yapılamayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 18 (DG1: 6, DG2: 7, KG: 5), uygulama sonrasında ise 11 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 4) öğrenci ölçüm için kullanılan ikinci yöntemin cihaz için uygun bir yöntem olmadığı yorumunun yapılamayacağını belirterek hatalı cevap vermiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 4 (DG2: 1, KG: 3), uygulama sonrasında ise 10 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 6) öğrenci yöntemler uygulanırken yanlış yol izlendiği yorumunun yapılamayacağını ifade ederek yanılgıya düşmüştür. Sonuç olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin yarıdan fazlasının araştırma sonuçlarından hareketle hata kaynakları hakkında doğru yoruma ulaşabildikleri anlaşılmıştır.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on dokuzuncusu “Tablo, grafik gibi uygun teknikleri kullanarak verileri sınıflandırır ve düzenler” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmincisinde bakterilerle ilgili bir deney sonucunda elde edilen verilerin tablo

halinde düzenlenmesi istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 93'de sunulmaktadır.

Tablo 93. BABS becerileri testinin 20.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A		5	6	6	8	4	8
B		17	19	19	17	20	16
C		2	2	0	2	4	2
D		3	2	3	1	1	2
Boş		1	0	0	0	0	0

Tablo 93 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir (DG1: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamının araştırma sonuçlarına uygun tablolar hazırlanmasının beklendiği soruya bir cevap verdiği belirlenmiştir. Uygulama öncesinde 55 (DG1: 17, DG2: 19, KG: 19) öğrenci ve uygulama sonrasında ise 53 (DG1: 17, DG2: 20, KG: 16) öğrenci sıcaklığa bağlı olarak bakterilerin koloni sayılarında önce artış sonra ise azalma olacağını gösteren grafiği seçerek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 17 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 6), uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 8, DG2: 4, KG: 4) öğrenci verilen veri setinden hareketle sıcaklığa bağlı olarak bakteri kolonilerinin sayısında sürekli bir artış meydana geleceğini belirten grafiği tercih ederek hatalı cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 3), uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2) öğrenci verilen veri setinden hareketle bakteri kolonilerinin sayısında sürekli bir artış olmasının sıcaklık artışı ile meydana geleceğini belirten grafiği tercih ederek yanılgıya düşmüşlerdir. Ayrıca, uygulama öncesinde 4 (DG1: 2, DG2: 2), uygulama sonrasında ise 8 (DG1: 2, DG2: 4, KG: 2) öğrenci sıcaklığa bağlı

olarak bakteri kolonilerinin sayısında önce artış sonra azalma meydana geleceğini doğru olarak belirmiş ancak çizim üzerinde araştırma sonuçlarıyla uyuşmayan verilere işaret etmiştir. Sonuç olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin yarısından fazlası araştırma sonucu elde edilen verileri doğru bir biçimde tablolar halinde düzenleyebilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirincisi “Verilerde ortaya çıkan eğilimleri yorumlar” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmi birincisinde ışık şiddeti ve fotosentez hızını gösteren bir grafik verilerek öğrencilerden grafikte ortaya çıkan eğilimi yorumlamaları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 94’de sunulmaktadır.

Tablo 94. BABS becerileri testinin 21.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Fotosentez hızı arttıkça ışık şiddeti azalır.	1	1	3	2	5	4
B	Fotosentez hızı arttıkça ışık şiddeti artar.*	23	21	19	24	22	19
C	Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı azalır.	1	5	2	0	1	4
D	Fotosentez hızı ile ışık şiddeti artışı arasında bir ilişki yoktur.	1	1	3	2	1	1
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 94 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamının fotosentez hızının ışık şiddetine bağlı olarak değişimini gösteren grafikte ortaya çıkan eğilim ile ilgili bir cevap oluşturabildiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 63 (DG1: 23, DG2: 21, KG: 19) öğrenci, uygulama sonrasında ise 65 (DG1: 24, DG2: 22, KG: 19) öğrenci grafikte ortaya çıkan eğilimin fotosentez hızı arttıkça ışık şiddeti artar biçiminde yorumlanabileceğini belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 8 (DG1: 1, DG2: 5, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG2: 1, KG: 4) öğrenci grafikte ortaya çıkan eğilimin ışık şiddeti arttıkça fotosentez hızı azalır biçiminde yorumlanabileceğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 5 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 11 (DG1: 2, DG2: 5, KG: 4) öğrenci grafikte ortaya çıkan eğilimin fotosentez hızı arttıkça ışık şiddeti azalır biçiminde yorumlanabileceğini belirterek hatalı cevap vermiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 8 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 1) öğrenci grafikte ortaya çıkan eğilimin fotosentez hızı ile ışık şiddeti artışı arasında bir ilişki yoktur biçiminde yorumlanabileceğini belirterek yanılgıya düşmüştür. Sonuç olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama

sonrasında öğrencilerin büyük oranda bir grafikte ortaya çıkan eğilimi yorumlayabildikleri ortaya çıkarılmıştır.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi birincisi “Çeşitli araştırmacıların deneysel verilerini sonuçlarını doğrulamak amacıyla kullanır” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmi ikincisinde öğrencilerden yaptığı araştırma sonucunda ulaştığı sonuçları diğer araştırmacıların elde ettiği sonuçlarla karşılaştıran bir bilim adamının nasıl davranması gerektiği noktasında yardımcı olmaları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 95’de sunulmaktadır.

Tablo 95. BABS becerileri testinin 22.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Kendi elde ettiği veri setinde bir hata olup olmadığını kontrol eder.	2	3	5	6	5	4
B	Yeni bir hipotez kurarak kontrollü deneyler yapmaya devam eder.	5	4	4	1	0	1
C	Çeşitli araştırmacıların verileri ile sonuçlarını doğrulamaya çalışır.*	17	20	14	16	20	21
D	Daha önce benzer sonuçlara ulaşıldığı için çalışmasına son verir.	4	2	4	4	4	2
	Boş	0	0	1	1	0	0

Tablo 95 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir (KG: 1) öğrenci ve uygulama sonrasında bir (DG1: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamının deneysel veri sonuçlarının diğer çalışmalar ile karşılaştırılarak bir karara varılmasının istendiği soruya cevap verebildiği görülmüştür. Uygulama öncesinde 51 (DG1: 17, DG2: 20, KG: 14) öğrenci ve uygulama sonrasında 57 (DG1: 16, DG2: 20, KG: 21) öğrenci araştırmacının elde ettiği sonuçların diğer araştırmacıların sonuçları ile çalışmadığı için sonuçları doğrulamada kullanılabileceğini belirterek doğru cevap vermiştir. Diğer taraftan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 10 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 5), uygulama sonrasında ise 15 (DG1: 6, DG2: 5, KG: 4) öğrenci araştırmacının elde ettiği sonuçların diğer araştırmacıların sonuçları ile çalıştığı düşüncesiyle araştırmacının kendi verilerini kontrol etmesi gerektiğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 10 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 4), uygulama sonrasında da 10 (DG1: 4, DG2: 4, KG: 2) öğrenci araştırmacının elde ettiği bulguların daha önce yapılan araştırmalarla aynı olduğunu düşünerek çalışmaya son verilmesi gerektiğini belirterek hatalı cevap vermiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 11 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 4), uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci araştırmacının elde ettiği sonuçların diğer araştırmacıların

sonuçları ile çeliştiği düşüncesiyle araştırmacının yeni bir hipotez kurarak deneylerine devam etmesi gerektiğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Sonuç olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında bir çalışmaya ait araştırma sonuçlarını inceleyen öğrencilerin elde edilen sonuçları doğrulamak için diğer araştırma sonuçlarından faydalanabildiği belirlenmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi ikincisi “Sonuçlar ilk öne sürülen hipotezi doğrulamıyorsa ikinci bir hipotez kurar” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmi üçüncüsünde farklı bahçelerde yetişen çimenlerin boy uzunluklarının kullanılan gübre miktarına bağlı olduğu yönündeki hipotezin doğrulanamaması durumunda ne yapılması gerektiği sorgulanmıştır. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 96’da sunulmaktadır.

Tablo 96. BABS becerileri testinin 23.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Gübrenin çimlerin boy uzunluğu üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna varmalıdır.	3	2	3	3	0	1
B	Çimlerin uzamasına bir etkisi olmadığından gübre kullanımından vazgeçmelidir.	3	4	8	6	5	4
C	Çimenler farklı uzunlukta olmaya devam ettiğinden ikinci bir hipotez kurmalıdır.*	19	17	17	15	21	20
D	Çimenlerin boy uzaması üzerine her hangi bir etkisi olmayan gübreyi iade etmelidir.	3	5	0	4	3	2
	Boş	0	1	0	0	0	1

Tablo 96 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir (DG2: 1) öğrenci ve uygulama sonrasında bir (DG2: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamının bir araştırmada kurulan hipotez doğrulanmadığında nasıl davranılması gerektiğini sorgulayan soruya cevap verdiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 53 (DG1: 19, DG2: 17, KG: 17), uygulama sonrasında ise 56 (DG1: 15, DG2: 21, KG:20) öğrenci kurduğu hipotezi doğrulanmayan Can’ın yeni bir hipotez kurması gerektiğini belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 15 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 8), uygulama sonrasında ise 16 (DG1:6, DG2: 5, KG: 4) öğrenci kurduğu hipotezi doğrulanmayan Can’ın gübre kullanımından vazgesi gerektiğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 8 (DG1: 3, DG2: 5), uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 2) öğrenci kurduğu hipotezi doğrulanmayan Can’ın etkili olmayan gübreyi iade etmesi gerektiğini belirterek hatalı vermiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 8 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 3), uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 3, KG: 1) öğrenci kurduğu

hipotezi doğrulanmayan Can'ın gübre kullanımının çim uzunluğuna bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşması gerektiğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Sonuç olarak, hem uygulama öncesinde hem de sonrasında öğrencilerin yarıdan fazlası kurduğu hipotezi araştırma sonuçlarıyla destekleyemeyen bir araştırmacının yeni bir hipotez kurması gerektiğini belirtebilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi üçüncüsü "Hipotez doğrulandığında uygun sonuçlar çıkarır" biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmi dördüncüsünde bir ürünün öngördüğü etkiyi ortaya çıkarıp çıkarmadığının test edilmesiyle ilgili bir araştırmadan çıkarılabilir sonuçlar sorgulanmıştır. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 97'de sunulmaktadır.

Tablo 97. BABS becerileri testinin 24. sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Vitamin kompleksinin kas kitlesi üzerinde etkili olup olmadığı kol kası çapı ölçülerek belirlenebilir.	0	0	2	1	2	2
B	Vitamin kompleksinin egzersizlerden öncesi düzenli olarak alınması kas kitlesi artışını teşvik etmektedir.	0	0	1	0	3	0
C	Vitamin kompleksinin kas kitlesinde artış meydana getirebilmesi için belirli bir süre gerekmektedir.	3	7	6	3	3	3
D	Vitamin kompleksini kullanmaya devam edilirse 4 hafta sonunda daha fazla kas kitlesine sahip olunur.*	25	22	19	24	21	23
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 97 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamının araştırmada elde edilen bulgulardan uygun sonuçlar çıkarılmasının beklendiği soruya bir cevap oluşturabildiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 66 (DG1: 25, DG2: 22, KG: 19), uygulama sonrasında ise 68 (DG1: 24, DG2: 21, KG:23) öğrenci araştırmadan vitamin kompleksinin 4 hafta sonunda daha fazla kas kitlesinin oluşumuna yol açacağı sonucunun çıkarılamayacağını belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 16 (DG1: 3, DG2: 7, KG: 6), uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 3) öğrenci araştırmadan vitamin kompleksinin etkisini gösterebilmesi için zamana ihtiyaç olduğu sonucunun çıkarılamayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 2 (KG: 2), uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 1, DG2: 2, KG:2) öğrenci araştırmadan vitamin kompleksinin etkili olup olmadığının kol kası çapı ölçülerek belirlenebileceği sonucunun

çıkarılamayacağını belirterek hatalı cevap vermiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (KG: 1), uygulama sonrasında ise 3 (DG2: 3) öğrenci araştırmadan vitamin kompleksinin egzersiz öncesi alınması halinde kas kitlesi artışını teşvik ettiği sonucunun çıkarılamayacağını belirterek yanılığa düşmüştür. Sonuç olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrenciler araştırma hipotezi doğrulanmış çalışmadan uygun sonuçlar çıkarabilmişlerdir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi dördüncüsü “Doğrulanabilir verilerin gerekliliğini savunur” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmi beşincisinde bahçesindeki zararlı bir böceği yok etmek isteyen bir bahçevanın farklı verileri nasıl değerlendirmesi gerektiği sorgulanmıştır. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 98’de sunulmaktadır.

Tablo 98. BABS becerileri testinin 25.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Doğaya zarar verdiği için böcek ilacı kullanmaktan vazgeçmelidir.	1	0	0	2	1	0
B	Tarım uzmanlarının önerdiği spray haldeki böcek ilacını kullanmalıdır.	6	7	8	8	8	4
C	Bahçevan abisinin önerdiği toz haldeki böcek ilacını kullanmalıdır.	5	5	6	6	3	4
D	İki ilacı bir kaç ağaçta deneyip elde ettiği verilere göre tercih yapmalıdır.*	15	17	14	12	17	20
	Boş	1	0	0	0	0	0

Tablo 98 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir (DG1: 1) öğrenci dışında öğrencilerin tamamı farklı veri tiplerinden doğrulanabilir olanın dikkate alınmasının istendiği soruya bir cevap verdiği görülmüştür. Uygulama öncesinde 46 (DG1: 15, DG2: 17, KG: 14), uygulama sonrasında ise 49 (DG1: 12, DG2: 17, KG:20) öğrenci sprey ve toz şeklindeki ilaçları bir kaç ağaçta deneyip elde ettiği verilere göre tercih yapması gerektiğini belirterek doğru cevap verebilmiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 21 (DG1: 6, DG2: 7, KG: 8), uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 8, DG2: 8, KG: 4) öğrenci tarım uzmanlarının önerdiği spray haldeki böcek ilacının kullanılması gerektiğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 16 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 6), uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 4) öğrenci toz haldeki böcek ilacının kullanılması gerektiğini belirterek hatalı cevap vermiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1), uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 2, DG2: 1) öğrenci zararlı olduğu için böcek ilacı kullanımından vazgeçilmesi gerektiğini belirterek yanılığa cevap vermiştir. Özetle, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında

öğrencilerin yarısından fazlasının karar verirken doğrulanabilir verileri dikkate alma isteğinde olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi beşincisi “Bilimsel kavramların anlaşılmasını kolaylaştıracak modelleri ve bilgisayar simülasyonlarını etkili olarak kullanır” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmi altıncısında akıcı mozaik zar modelini gösteren bir şekil sunularak modelin hangi kavramları açıklamada kullanılabileceğinin belirlenmesi istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 99’da sunulmaktadır.

Tablo 99. BABS becerileri testinin 26.sorusuna verilen öğrenci cevaplarının dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Hücre zarının nasıl oluştuğu*	15	15	13	16	16	14
B	Hücre zarının hareketli olduğu	6	6	1	3	2	6
C	Hücre zarının moleküler yapısı	1	5	8	3	9	3
D	Hücre zarından madde geçişi	6	3	6	6	2	5
	Boş	0	0	0	0	0	0

Tablo 99 incelendiğinde, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin tamamının hücre zarı ile ilgili kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmak için hücre zarı modelinin kullanılmasının istendiği soruya bir cevap oluşturabildiği görülmektedir. Uygulama öncesinde 43 öğrenci (DG1: 15, DG2: 15, KG: 13), uygulama sonrasında ise 46 öğrenci (DG1: 16, DG2: 16, KG: 14) akıcı mozaik zar modeli kullanılarak hücre zarının nasıl oluştuğunun anlatılamayacağını belirterek doğru cevap vermiştir. Öte yandan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 13 öğrenci (DG1: 6, DG2: 6, KG: 1), uygulama sonrasında ise 11 öğrenci (DG1: 3, DG2: 2, KG: 6) akıcı mozaik zar modeli kullanılarak hücre zarının hareketliliğinin anlatılamayacağını belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 14 öğrenci (DG1: 1, DG2: 5, KG: 8), uygulama sonrasında ise 15 öğrenci (DG1: 3, DG2: 9, KG: 3) akıcı mozaik zar modeli kullanılarak hücre zarının moleküler yapısının nasıl oluştuğunun anlatılamayacağını belirterek hatalı cevap vermiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 15 öğrenci (DG1: 6, DG2: 3, KG: 6), uygulama sonrasında ise 13 öğrenci (DG1: 6, DG2: 2, KG: 5) akıcı mozaik zar modeli kullanılarak hücre zarından madde geçişinin nasıl sağlandığının anlatılamayacağını belirterek yanılgıya düşmüştür. Özetle, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin yarıdan fazlası bir modeli dikkate alarak kavram ve olayların açıklanmasının istendiği soruya doğru cevap verebilmiştir.

Biyoloji öğretim programı BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi yedincisi “araştırma sonucu keşfedilen ilişkileri günlük yaşamda meydana gelen olayları açıklamak için kullanır” biçiminde ifade edilmiştir. BABS becerileri testinde yer alan sorulardan yirmi yedincisinde her canlının üremesi için uygun koşullara ihtiyaç duyduğu bilgisi verilerek öğrencilerden araştırma sonucu keşfedilen bu bilgiyi kullanarak bir biyolojik olayı açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında ilgili sorulara vermiş oldukları cevaplar Tablo 100’de sunulmaktadır.

Tablo 100. BABS becerileri testinin 27. sorusuna verilen cevapların dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Depoda unutulmuş salatalıklar bozulurken turşusu kurulan salatalıklar yenilebilir konumdadır.	10	5	8	8	9	7
B	Oda sıcaklığında tutulan peynir küflenirken soğutucuya konulan peynirde küf oluşmamaktadır.*	8	13	11	9	9	12
C	Sıcak bölgelerdeki kavuğuklar küçük yapraklı olurken ılık bölgelerdekiler büyük yapraklı olmuştur.	6	4	5	6	6	3
D	Yılanlar güneşli havalarda daha hareketliken kapalı havalarda daha yavaş hareket etmektedir.	4	6	4	5	5	6
	Boş	0	1	0	0	0	0

Tablo 100 incelendiğinde, uygulama öncesinde bir öğrenci (DG2: 1) dışında öğrencilerin tamamının araştırma sonucu keşfedilen ilişkiler kullanılarak günlük yaşamda meydana gelebilecek bir olaya açıklama getirilmesinin istendiği soruya bir cevap oluşturabildiği anlaşılmaktadır. Uygulama öncesinde 32 öğrenci (DG1: 8, DG2: 13, KG: 11), uygulama sonrasında ise 30 öğrenci (DG1: 9, DG2: 9, KG: 12) soruda belirtilen araştırma sonucu ile oda sıcaklığında tutulan peynirin küflenip, soğutucuya konulan peynirde küf oluşmamasının açıklanabileceğini belirterek doğru cevap vermiştir. Diğer taraftan, soruya verilen yanlış cevaplar incelendiğinde uygulama öncesinde 23 öğrenci (DG1: 10, DG2: 5, KG: 8), uygulama sonrasında ise 24 öğrenci (DG1: 8, DG2: 9, KG: 7) soruda belirtilen araştırma sonucu ile depoda bırakılan salatalıkların bozulması ancak turşusu kurulan salatalıkların yenilebilir konumda kalmasının açıklanabileceğini belirterek yanlış cevap vermiştir. Yine, uygulama öncesinde 15 öğrenci (DG1: 6, DG2: 4, KG: 5), uygulama sonrasında da 15 öğrenci (DG1: 6, DG2: 6, KG: 3) soruda belirtilen araştırma sonucu ile sıcak bölgelerdeki kavuğukların küçük yapraklı ancak ılık bölgelerdeki kavuğukların büyük yapraklı olmasının açıklanabileceğini belirterek hatalı cevap vermiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 14 öğrenci (DG1: 4, DG2: 6, KG: 4), uygulama sonrasında ise 16 öğrenci

(DG1: 5, DG2: 5, KG: 6) soruda belirtilen araştırma sonucu ile yılanların güneşli havalarda daha hareketli olabilirken kapalı havalarda daha yavaş hareket edebiliyor olmasının açıklanabileceğini belirterek yanılığa düşmüştür. Özetle, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrenciler çoğunlukla bir araştırma sonucundan hareketle günlük hayatlarında karşılaştıkları olayları açıklamalarının istendiği soruya doğru yanıt verebilmiş ancak yine de yanlış yanıt veren öğrencilerin sayısı daha fazla olmuştur.

4.3.2. BABS Becerileri Testi Verileri İçin İstatistiksel Analiz Bulguları

Araştırma süresince yürütülen farklı öğretimsel anlayışların öğrencilerin BABS becerilerine uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında etkilerini belirlemek amacıyla gruplar arası karşılaştırmalar yapabilmek üzere BABS becerileri testinden elde edilen verilere için istatistiksel analiz uygulanmıştır. BABS becerileri testte yer alan sorulara verdikleri cevap biçiminde ifade eden öğrencilerden elde edilen veriler, her bir sorunun ilgili olduğu BABS becerileri kazanımları dikkate alınarak düzenlenmiştir. Biyoloji öğretim programında yer verilen yirmi yedi farklı BABS becerileri kazanımı için ortalama değerler hesaplanmış ve elde edilen verilere uygulanacak olan istatistiksel test yönteminin belirlenebilmesi için istatistiksel varsayımları sınavıcı testler yürütülmüştür. Hesaplama sonucu her bir kazanım için elde edilen ortalamalar ve istatistiksel varsayımları sınavıcı test sonuçları Ek 10'da ve özeti Tablo 101'de sunulmuştur.

Tablo 101. BABS becerileri testi ortalamaları ve varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
Toplam	Öntest	85	14.129	6.015	6.281	0.003	0.130	0.001*	Non-parametrik
	Sontest	85	15.070	5.358	0.810	0.448	0.121	0.004*	

BABS becerileri testi ortalamalarının hem uygulama öncesinde ve sonrasında hem de çalışmada oluşturulan gruplar bazında karşılaştırılmasında kullanılacak istatistiksel yöntemlerin belirlenmesi için parametrik test varsayımları sınanmıştır. Parametrik testlerin uygulanabilmesi için gerekli üç varsayım bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan istatistiksel bağımsızlık öğrencilerin gerek öntest gerekse sontest uygulamalarının her birine bağımsız olarak katılması ile gerçekleştirilmiştir. İkinci olarak, verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov (KS) testi yürütülerek sınanmıştır. KS test değerlerinin anlamlılık düzeyleri dikkate alındığında, BABS becerileri kazanımları beceri ortalamalarının hem öntest hem de sontestte normal dağılım eğrisine uygun olarak dağılmadığı bu nedenle parametrik olmayan dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Ek olarak BABS becerileri testinde yer alan soruların tamamından elde edilen toplam değere

uygulan KS testi sonucu elde edilen anlamlılık değeri toplam değerlerin hem öntest hem de sontestte normal dağılım göstermediğini kanıtlamaktadır ($p<0.05$). Yapılan varsayım sınamalarının ardından normal dağılım göstermemesi nedeniyle toplam beceri ortalamalarına ve BABS becerileri kazanımları beceri ortalamalarına parametrik olmayan testlerin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada uygulanan yapılandırmacı aktivitelerin, bilgisayar destekli etkinliklerin ve geleneksel yöntemin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla hangi düzeyde etkili olduğunun araştırılması için DG1, DG2 ve KG'den elde edilen BABS becerileri ortalamalarına Wilcoxon işaretli sıralar (Z) testi, toplam beceri ortalamalarına ise bağımlı t-testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar Ek 10'da ve özeti Tablo 102'de sunulmuştur.

Tablo 102. BABS becerileri testi öntest-sontest ortalamalarının karşılaştırılması

		Öntest			Sontest		Z / t	
		N	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	Değer	p
Toplam	DG1	28	28.45	796.50	28.55	799.50	-0.120	0.904
	DG2	29	28.72	833.00	30.28	878.00	-0.547	0.584
	KG	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-0.590	0.555

*0.05 anlamlılık düzeyi

Tablo 102 incelendiğinde, BABS becerileri kazanım ortalamalarına uygulanan Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen Z değerlerinin anlamlılık düzeylerinin çalışma süresince farklı gruplarda yapılan uygulamaların uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla çoğunlukla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık meydana getirmediğine görülmektedir. Fakat, çeşitli sınıflandırma ölçütlerini kullanma, açıklama ve/veya oluşturma ile ilgili ikinci kazanım, güvenilir ve kesin verilere dayalı tahminlerde bulunma ile ilgili dördüncü kazanım ve araştırma tekniklerini uygulamak amacıyla çeşitli araç gereçleri etkin olarak kullanma ile ilgili on birinci kazanım becerilerini yoklayan sorulara verilen cevaplarda yapılandırmacı etkinliklerin uygulandığı DG1'da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilirken, bir hipotezi desteklemek ya da reddetmek amacıyla bulunduğu sonuçları açık olarak ifade etme ile ilgili on yedinci kazanım becerileri yoklayan sorulara verilen cevaplarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir azalış olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, güvenilir ve kesin verilere dayalı tahminlerde bulunma ile ilgili dördüncü kazanıma ilişkin soru karşısında ifade edilen cevaplarda ise bilgisayar destekli etkinliklerin uygulandığı DG2'da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. BABS becerileri kazanım ortalamalarından farklı olarak, beceri ortalamalarına uygulanan t-testi sonuçları da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla DG1, DG2 ve KG

öğrencilerinin BABS becerileri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymaktadır. Uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla BABS becerileri değişimlerinin test edilmesinin ardından, uygulama öncesinde ve sonrasında BABS becerileri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ortalamalara Kruskal Wallis (H) testi, toplam BABS becerileri ortalamalarına ise varyans analiz (F) testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar Ek 10'da ve özeti Tablo 103'de sunulmuştur.

Tablo 103. BABS becerileri testi ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

		$\bar{X}/R\bar{X}$			Varyans Analizi		Post Hoc
		DG1	DG2	KG	H/F	P	
Toplam	Öntest	43.55	44.26	41.14	0.250	0.882	
	Sontest	39.86	44.00	45.11	0.711	0.701	

*0.05 anlamlılık düzeyi

Tablo 103 incelendiğinde, BABS becerileri kazanımları ortalamalarına uygulanan H testinin anlamlılık değerleri incelendiğinde uygulama öncesinde gruplar arasında istatistiksel olarak iki kazanıma ilişkin iki soru dışında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Sadece, güvenilir ve kesin verilere dayalı tahminlerde bulunma ile ilgili dördüncü kazanımın ve araştırmayı veya etkinliği yapmak için gerekli, uygun alet ve materyalleri seçme ile ilgili dokuzuncu kazanımın BABS becerileri ortalamasında istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Farklılığın uygulama sonrasına etkisini belirlemek amacıyla dördüncü ve dokuzuncu kazanıma ilişkin soru ortalamasına Quade kovaryans analiz (Q) testi uygulanmıştır. Ayrıca, toplam BABS becerileri öntest ortalamalarına uygulanan varyans analizi testinden elde edilen değer anlamlılık düzeyinin de uygulama öncesinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığına işaret ettiği ortaya çıkarılmıştır.

Uygulamalar sonrasında, BABS becerileri kazanım ortalamalarına ve toplam beceri ortalamalarına uygulanan H testi değerinin anlamlılık düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa işaret etmediği sonucuna varılmıştır. Öte yandan, dördüncü ve dokuzuncu kazanım tutum ortalamalarına uygulanan Quade testi sonuçları uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı her hangi bir farklılık olmadığını sonuç vermiştir. Sonuç olarak, BABS becerileri testinden elde edilen verilere uygulanan Kruskal Wallis (H) testi ve Quade kovaryans analiz (Q) testi sonuçlarına göre araştırma boyunca yürütülen yapılandırmacı aktivitelerin, bilgisayar destekli etkinliklerin ve geleneksel yöntemin öğrencilerin BABS becerilerinde hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında birbirine nazaran istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana getirmediği anlaşılmaktadır.

4.4. BTTÇ Kazanımlarına Yönelik Bulgular

Öğrencilerin BTTÇ becerilerini belirlemek üzere araştırma süresince gerçekleştirilen uygulamalar öncesinde ve sonrasında BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan çoktan seçmeli sorulara vermiş oldukları cevaplar biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımlarına paralel olacak biçimde sınıflandırılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen bulgular BTTÇ kazanımlarına yönelik bulgular başlığı altında sunulmuştur.

4.4.1. BTTÇ Üzerine Görüşler Formu Verileri Betimleyici Analiz Bulguları

2008 ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan ilki “Bireysel ve toplumsal ihtiyaçların karşılanmasında bilimin rolünü anlar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan birincisinde toplum ve hükümet ajanslarının bilim adamlarının araştırmaları gereken konuları belirlemesi gerektiği aksi halde bilim adamlarının kendi çıkarlarına olacak araştırmaları yapacakları önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 104’de sunulmuştur.

Tablo 104. BTTÇ üzerine görüşler formu 1. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Toplum ve hükümet ajansları söylemelidir;*, böylece çalışmalar toplumun ilerlemesine yardımcı olabilir.	2	3	2	2	0	1
N	B	Sadece önemli toplumsal problemler çözülebilir.	10	5	12	10	17	13
D	C	Tüm taraflar eşit söz hakkına sahip olmalıdır.	2	7	4	9	5	2
P	D	Bilim insanları karar vermelidir; ancak toplum ve hükümet ajanslarının öğütleri bazen yararlı olabilir.	0	2	1	0	2	0
N	E	çünkü bilim insanları en iyisini bilir.	3	4	5	0	0	3
N	F	çünkü hükümetler kendi çıkarlarını toplumun ihtiyaçlarının üstüne koyarlar.	4	3	1	3	0	3
N	G	Bilim insanları özgür olmalıdır, çünkü çalışmalarına ilgi duymaları gerekmektedir.	6	3	2	3	5	3
	H	Anlamadım.	1	1	1	0	0	3
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	1	0	1	0	0

D: Doğru, P: Doğruluk payı olan, N: Naif. * Seçenekler sadeleştirilerek yansıtılmıştır.

Tablo 104 incelendiğinde, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında da 3 (KG: 3) öğrencinin bilim insanlarının araştırma konusu seçiminde bireysel ve toplumsal ihtiyaçları gözetme ile ilgili önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında da 1 (DG1: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü

yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 11 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında da 11 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 3) öğrenci yapacakları çalışmalara ilgi duymaları gerektiği için, uygulama öncesinde 8 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 3, KG: 3) öğrenci hükümetlerin kendi çıkarlarını düşüneceğini öne sürerek, uygulama öncesinde 12 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (KG: 3) öğrenci bilim insanlarının en iyi bildiğini gerekçe göstererek ve uygulama öncesinde 27 (DG1: 10, DG2: 5, KG: 12) öğrenci, uygulama sonrasında ise 40 (DG1: 10, DG2: 17, KG: 13) öğrenci toplumsal problemler dışında bilim insanlarının çalışacakları konuya kendilerinin karar vermesi gerektiğini belirterek naif görüşler belirtmişlerdir. Dahası, uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 2, KG: 1) öğrenci toplum ve hükümet ajanslarının toplumun yararına olacak araştırma konularını belirteceklerini gerekçe göstererek doğruluk payı olan görüşler bildirmişlerdir. Benzer biçimde uygulama öncesinde 3 (DG2: 2, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 2) öğrenci toplum ve hükümet ajanslarının tavsiyelerinin bilim adamları tarafından araştırma konusuna karar verme noktasında dikkate alınması gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmişlerdir. Son olarak, uygulama öncesinde 13 (DG1: 2, DG2: 7, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 9, DG2: 5, KG: 2) öğrenci bilimsel araştırmalarda konu belirlenirken tarafların eşit söz hakkına sahip olması gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan ikincisi “bilimin sınanabilir, sorgulanabilir, yanlışlanabilir ve kanıtlara dayandırılabilir bir yapısı olduğunu anlar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan ikincisinde yeni bir teori ileri süren bilim insanlarının diğer bilim insanlarını teoriye inanmaya ikna etmesi ile ilgili bir önerme verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 105’de sunulmuştur.

Tablo 105. BTTÇ üzerine görüşler formu 2. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Teoriyi ileri süren ikna etmelidir: teorinin doğruluğunu kesin olarak ortaya koyan kanıtlar göstermelidir.	8	8	10	11	16	7
N	B	çünkü bir teori bilim insanlarının çoğunluğu teoriye inandığında kullanışlı hale gelir.	2	2	2	3	2	0
D	C	çünkü bir teori tartışıldığında daha doğru bir hale gelir.	8	5	6	6	1	10
Teoriyi ileri süren ikna etmek zorunda değildir:								

N	D	çünkü destekleyici kanıtlar kendilerine çalışır.	3	2	2	3	4	1
N	E	çünkü bilim insanları bir teoriyi kullanılıp kullanmayacağına kendisi karar verir.	2	3	3	2	2	4
N	F	çünkü bilim insanları kullanışlı olduğu ve sonuçları açıkladığı sürece teoriyi uygular.	2	5	1	2	3	4
	G	Anlamadım.	2	2	3	1	0	2
	H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	0	1	0	0	1	0
	I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	1	1	1	0	0	0

Tablo 105 incelendiğinde, uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 3), uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrencinin öne sürülen bir teorinin kanıtlanması gerektiği ile ilgili önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Yine, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1), uygulama sonrasında da 1 (DG2: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 8 (DG1: 2, DG2: 5, KG: 1), uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 4) öğrenci bir teorinin kullanışlı olduğu sürece uygulanacağını belirterek, uygulama öncesinde 8 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 3), uygulama sonrasında da 8 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 4) öğrenci bilim insanlarının teorinin uygulanmasına kendisinin karar vermesi gerektiğini öne sürerek, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2), uygulama sonrasında ise 8 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 1) öğrenci teoriyi desteklemek için yanlı kanıtların kullanılacak olmasını gerekçe göstererek bir teoriyi ileri süren bilim insanlarının teorilerini ispatla yükümlü olmadıklarını belirterek naif görüş bildirmiştir. Üstelik, uygulama öncesinde 27 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 2), uygulama sonrasında ise 40 (DG2: 3, KG: 2) öğrenci toplumsal problemler dışında bilim insanlarının çalışacakları konuya kendilerinin karar vermesi gerektiğini belirterek naif görüşler belirtmişlerdir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2), uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 3, DG2: 2) öğrenci bir teori ileri süren bilim insanlarının teorilerini kanıtlamaları gerektiğini çünkü ancak diğer bilim insanlarının inanmaları durumunda teorinin geçerli olacağını ifade ederek naif görüş bildirmişlerdir. Dahası, uygulama öncesinde 26 (DG: 8, DG2: 8, KG: 10) i, uygulama sonrasında ise 34 (DG: 11, DG2: 16, KG: 7) öğrenci bir teori ileri süren bilim insanlarının teorinin doğruluğunu kesin kanıtlar ortaya koyarak ispat etmeleri gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmişlerdir. Son olarak, uygulama öncesinde 19 (DG1: 8, DG2: 5, KG: 6), uygulama sonrasında ise 17 (DG1: 6, DG2: 1, KG: 10) öğrenci bir teori ileri sürüldüğünde diğer bilim insanlarının gözden geçirmesi ve güncellemeleri ile daha doğru bir hale gelecek olması nedeniyle diğer bilim insanlarının ikna edilmesine ihtiyaç olduğunu ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

BTTÇ kazanımlardan üçüncüsü “Bilimsel bilginin ivmeli bir şekilde arttığını fark eder” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formu üçüncü sorusunda bilimsel

buluşların bir seri araştırma sonunda ortaya çıktığı ve yeni bir buluşun öncekiler üzerine inşa edildiği ve bir sonrakine mantıksal olarak önderlik edeceği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 106'da sunulmuştur.

Tablo 106. BTTÇ üzerine görüşler formu 3. önermesine cevap dağılımı

			DG1	Öntest DG2	KG	Sontest DG1 DG2 KG		
P	A	Buluşlar bir seri mantıksal araştırmanın sunucudur: çünkü buluşlara öncülük eden deneyler bir duvarı oluşturan tuğlalar gibidir.	2	2	1	1	0	1
N	B	çünkü araştırma önceki deney sonuçlarının doğruluğu kontrol edilerek başlar.	4	8	5	7	10	5
D	C	Genellikle buluşlar bir seri araştırma sonucudur; fakat deneme ve yanılma yada şans faktörü vardır.	6	2	5	5	5	5
D	D	Bazı buluşlar kaza eseri oluşabilir. Ancak, çoğu buluş değerinin üzerine inşa edilen araştırmalar sonucudur.	1	0	0	0	0	0
N	E	Çoğu buluşlar kaza eseri oluşabilir. Ancak, bazı buluş değerinin üzerine inşa edilen araştırmalar sonucudur.	0	1	2	1	1	1
N	F	Buluşlar bir seri araştırmanın sunucunda gerçekleşmez: çünkü buluşlar birbiriyle ilişkisi olmayan bilgi parçalarının bir araya getirilmesinin sonucudur.	3	1	5	2	6	3
N	G	çünkü buluşlar birbiriyle ilişkisi olmayan çeşitli çalışmaların rastgele birleşiminin bir sonucudur.	10	8	8	10	6	10
H		Anlamadım.				1	0	0
I		Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	1	3	0	0	0	2
J		Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	1	4	2	1	1	1

Tablo 106 incelendiğinde, uygulama sonrasında 1 (DG1: 1) öğrenci dışında hiçbir öğrencinin bir bilimsel buluşun bir öncekinden hız aldığı ve bir sonrakine yol açtığı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirten öğrenci olmamıştır. Bundan başka, uygulama öncesinde 7 (DG1: 1, DG2: 4, KG: 2), uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 3), uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Ek olarak, uygulama öncesinde 26 (DG1: 10, DG2: 8, KG: 8), uygulama sonrasında ise 26 (DG1: 10, DG2: 6, KG: 10) öğrenci buluşların farklı alanlardan rastgele bilgilerin bir araya getirilmesi sonucu oluştuğu, uygulama öncesinde 9 (DG1: 3, DG2: 1, KG: 5), uygulama sonrasında ise 11 (DG1: 2, DG2: 6, KG: 3) öğrenci buluşların birbiri ile ilişkili olmayan bilgilerin bir araya getirilmesi sonucu oluştuğu için mantıklı bir sıra izleyerek gerçekleştireceğini belirterek, uygulama öncesinde 3 (DG2: 1, KG: 2), uygulama sonrasında da 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci çoğu buluşun kaza eseri ya da beklenmedik bir biçimde oluştuğunu belirterek, uygulama öncesinde 17 (DG1: 4, DG2: 8, KG: 5), uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 7, DG2: 10, KG: 5) öğrenci bir araştırmanın

önceki araştırmalardan hareketle başlaması nedeniyle mantıksal bir sıra izlemeyeceğini belirterek naif görüş belirtmişlerdir. Dahası, uygulama öncesinde 5 (DG: 2, DG2: 2, KG: 1), uygulama sonrasında ise 2 (DG: 1, KG: 1) öğrenci bir deneyin bir sonrakine yol açması nedeniyle mantıklı bir sıra izlediğini ifade ederek doğruluk payı olan görüşler bildirmişlerdir. Son olarak, uygulama öncesinde 13 (DG1: 6, DG2: 2, KG: 5), uygulama sonrasında ise 15 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 5) öğrenci buluşların kaza eseri ya da beklenmedik bir biçimde oluştuğunu ancak çoğu buluşun birbiri üzerine inşa edildiğini ve uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci buluşların mantıksal olarak birbiri üzerine inşa edildiğini ancak şans faktörü olduğunu da ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

BTTÇ becerileri kazanımlarından dördüncüsü “bilimsel bilginin değişiminde kanıtların, teorilerin ve/veya paradigmaların rolünü açıklar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan dördüncüsünde bilimsel düşüncelerin hipotezlerden teorilere doğru geliştiği ve yeterince güçlü olan teorilerin bilimsel kanun olduğu önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 107’de sunulmuştur.

Tablo 107. BTTÇ üzerine görüşler formu 4. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Hipotezler teorilere, teoriler kanunlara öncülük edebilir; çünkü hipotezin doğruluğu kanıtların teori haline gelir. Bir teorenin doğru olduğu kanıtlarıyla kanun haline gelir.					
		7	8	11	13	15	7
N	B	çünkü hipotez destekleyen kanıtlar varsa bir teori olur. Bir teori test edildikten sonra, kanun olabilir.					
		3	9	9	9	10	7
N	C	çünkü bilimsel düşüncenin gelişmesi için hipotezin teoriye, teorenin kanuna dönüşmesi mantıklı bir yoldur. Teori kanun olmaz; çünkü ikisi farklı türden düşüncelerdir					
		9	2	2	3	1	4
N	D	Teoriler kesinliğinden %100'den daha az emin olunan bilimsel düşüncelere dayanır, doğrulukları kanıtlanamaz.					
		4	5	0	1	0	5
D	E	Kanunlar olguları tanımlar. Teoriler ise bu kanunları açıklar.					
		2	4	1	1	0	3
	F	Anlamadım.					
		2	1	3	0	1	2
	G	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
		1	0	0	1	0	0
	H	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					
		0	0	2	0	2	0

Tablo 107 incelendiğinde, uygulama öncesinde 6 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG2: 1, KG:2) öğrencinin bilimsel düşüncelerin hipotezlerden teorilere ve teorilerin de zamanla kanun olacağı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Ayrıca, uygulama öncesinde 2 (KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 2) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1), uygulama sonrasında

ise 1 (DG1: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 26 (DG1: 7, DG2: 8, KG: 11) öğrenci, uygulama sonrasında ise 35 (DG1: 13, DG2: 15, KG: 7) öğrenci kanıtlanmak şartı ile hipotezlerin teorilere, teorilerin ise kanunlara öncülük edebileceğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 21 (DG1: 3, DG2: 9, KG: 9) öğrenci, uygulama sonrasında ise 26 (DG1: 9, DG2: 10, KG: 7) öğrenci destekleyici kanıt kanıtlar olması durumunda hipotezlerin teorilere, teorilerin ise kanunlara öncülük edebileceğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 20 (DG1: 9, DG2: 9, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında da 8 (DG1: 3, DG2: 1, KG: 4) öğrenci mantık bir yol olduğu için hipotezlerin teorilere, teorilerin ise kanunlara öncülük edebileceğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 17 (DG1: 4, DG2: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 1, DG2: 0, KG: 5) öğrenci teorilerin doruluğundan az emin olunan bilimsel düşüncelere dayandığı için farklı türden bilimsel düşünceler olduğunu belirterek naif görüş belirtmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, DG2: 4, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 1, KG: 3) öğrenci kanunların olguları tanımladığı, teorilerin ise kanunları açıkladığı için farklı türden bilimsel düşünceler olduğunu ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan beşincisi “bilimsel bilginin değişiminin genellikle sürekli olduğunu fakat bazen de paradigma kayması şeklinde olabileceğini fark eder” biçiminde ifade edilmiştir. Yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim uygulamalarının öncesinde öntest sonrasında ise sontest olarak uygulanan BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan beşincisinde teknoloji uzmanlarının teknolojiye ait bilgi birikimlerini kullandıkları ancak teknolojideki bir kaç gelişmenin doğrudan fende yapılan buluşlardan kaynaklandığı önermesi verilmiştir. Teknoloji uzmanlarının teknolojiye ait bilgi birikimlerini kullandıkları ancak teknolojideki bir kaç gelişmenin doğrudan fende yapılan buluşlardan kaynaklandığı önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 108’de sunulmuştur.

Tablo 108. BTTÇ üzerine görüşler formu 5. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Teknoloji temelde kendi kendine ilerler. Bilimsel buluşlara ihtiyacı yoktur	5	4	8	6	6	5
N	B	Teknoloji bilimsel buluşların ve teknolojinin kendi bilgi birikiminin eşit katkısına dayanarak ilerler.	5	3	4	9	10	3
N	C	Bilim insanları ve teknoloji uzmanları aynı bilgi birikimine dayanır, çünkü fen ve teknoloji benzerdir. HER teknolojik ilerleme bilimsel buluşlara dayanır:	2	4	2	4	4	4
N	D	çünkü buluşlar bir kullanım alanı bulur.	3	3	6	4	4	4

D	E	çünkü bilim, bilgi altyapısı ve teknoloji için yeni fikirler sunar.	7	10	4	3	4	6
	F	Anlamadım.	4	3	1	0	0	4
	G	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.				1	1	0
	H	Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	2	2	3	1	0	2

Tablo 108 incelendiğinde, uygulama öncesinde 8 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (KG: 4) öğrencinin teknolojik ilerlemelerin bilgi birikimine bağlı olarak geliştiği ve fendeki buluşların gelişmelere yol açtığı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, DG2: 2) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 3), uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 17 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 8) öğrenci, uygulama sonrasında da 17 (DG1: 6, DG2: 6, KG: 5) öğrenci teknolojinin kendi kendine ilerlediğinden bilimsel buluşlara ihtiyacı olmadığı belirterek, uygulama öncesinde 12 (DG1: 5, DG2: 3, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 9, DG2: 10, KG: 3) öğrenci teknolojinin kendi birikimi ve bilimsel bilgi birikiminden eşit oranda yararlandığını ileri sürerek, uygulama öncesinde 8 (DG1: 2, DG2: 4, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 12 (DG1: 4, DG2: 4, KG: 4) öğrenci fen ve teknolojinin benzer olduğundan aynı bilgi birikimine dayandığını ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 12 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında da 12 (DG1: 4, DG2: 4, KG: 4) öğrenci bir kullanım alanı bulacağı için her teknolojik ilerlemenin bir buluşa dayandığını belirterek naif görüş belirtmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 21 (DG1: 7, DG2: 10, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 6) öğrenci teknolojik ilerlemelerin bilimin sunduğu bilgi altyapısı ve yeni fikirlere dayandığını ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan altıncısı “Yeni bir bulgu ortaya çıktığında mevcut bilimsel bilginin test edilerek sınındığını, düzeltildiğini veya yenilendiğini fark eder” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan altıncısında doğru olarak yapılan bilimsel araştırmalarla ortaya çıkarılan bilgilerin bile ileride değişebileceği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 109’da sunulmuştur.

Tablo 109. BTTÇ üzerine görüşler formu 6. önermesine cevap dağılımı

	Öntest			Sontest		
	DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
Bilimsel bilgi değişir;						

D	A	çünkü bilim adamları, kendilerinden önceki bilim adamlarının teorilerini ya da buluşlarını çürütür.	6	13	7	11	13	10
D	B	Çünkü eski bilgiler yeni buluşların ışığında yeniden yorumlanır.	9	5	7	11	12	7
N	C	Bilimsel bilgi değişmiş gibi görünür; çünkü eski gerçeklerin yorumu veya uygulaması değişebilir.	3	3	3	0	2	3
N	D	çünkü yeni bilgiler eski bilgilerin üzerine eklenir; eski bilgiler aslında değişmez.	4	5	6	5	1	3
	E	Anlamadım.	4	1	0	0	0	3
	F	Konu hakkında seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	2	2	2	1	0	1
	G	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerime uymuyor.	0	0	3	0	1	1

Tablo 109 incelendiğinde, uygulama öncesinde 5 (DG1: 4, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (KG: 3) öğrencinin bilimsel bilginin değişebileceği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 3 (KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 3 (KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 9 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında da 5 (DG2: 2, KG: 3) öğrenci bilimsel bilginin değişmeyeceğini ancak yorumunun değişeceğini belirterek, uygulama öncesinde 15 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 5, DG2: 1, KG: 3) öğrenci yeni bilgilerin eklenmesinin eskilerini değiştirmeyeceğini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Bundan başka, uygulama öncesinde 26 (DG1: 6, DG2: 13, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında da 12 (DG1: 11, DG2: 13, KG: 10) öğrenci tekniklerdeki ilerlemeler, hataların ya da daha önce ihmal edilen etmenler nedeniyle bilimsel biginin değişebileceğini belirterek gerçekçi görüş belirtmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 21 (DG1: 9, DG2: 5, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 30 (DG1: 11, DG2: 12, KG: 7) öğrenci yeni buluşlar ışığında eski bilgilerin yeniden yorumlanması nedeniyle bilimsel biginin değişebileceğini belirterek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yedincisi “biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ becerileri testinde yer alan sorulardan yedincisinde fen ve teknolojinin yeni kelimeler ve düşünceler kazandırarak düşüncelerimizi etkilemekte olduğu önermesi verilmiştir. Fen ve teknolojinin yeni kelimeler ve düşünceler kazandırarak düşüncelerimizi etkilemekte olduğu önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve uygulamalar sonrasında dağılımı Tablo 110’da sunulmuştur.

Tablo 110. BTTÇ üzerine görüşler formu 7. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Evet, çünkü fen ve teknoloji ile ilgili ne kadar çok şey öğrenirseniz kelime hazineniz daha da artar.	13	15	16	9	15	14
P	B	Evet, çünkü fen ve teknoloji ürünleri kelimelerimize yenilerini ekler.	0	1	2	2	2	0
P	C	Günlük düşüncelerimiz yeni düşüncelerden, icatlardan ve tekniklerden etkilenir.	2	0	0	6	1	1
D	D	Fen ve teknoloji hayatımız üzerinde etkiye sahiptir: fen ve teknoloji yaptığımız herşeyi ve etrafımızdaki herşeyi araştırırır.	7	6	6	10	6	6
P	E	fen ve teknoloji yaşam tarzımızı değiştirir.	1	3	2	1	2	4
N	F	Hayır, düşüncelerimiz bilimsel olmayan şeylerden etkilenir.	0	1	0	0	1	0
	G	Anlamadım.	2	0	0	0	2	0
	H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	3	3	2	0	0	3
	I	Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	0	0	0	0	0

Tablo 110 incelendiğinde, uygulama öncesinde 2 (DG1: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 2) öğrencinin fenin yeni düşünceler ve fikirler kazandırarak hayatın anlaşılmasına katkı yaptığı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Ayrıca, uygulama öncesinde 8 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 2), uygulama sonrasında ise 3 (KG: 3) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (DG2: 1) öğrenci daha çok bilimsel olmayan şeylerden etkilenmesi nedeniyle fen ve teknolojinin günlük düşüncelerimiz üzerinde etkili olamayacağını belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 44 (DG1: 13, DG2: 15, KG: 16) öğrenci, uygulama sonrasında ise 38 (DG1: 9, DG2: 15, KG: 14) öğrenci fen ve teknoloji hakkında daha fazla öğrenerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 3 (DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 2, DG2: 2) öğrenci fen ve teknoloji ürünleri kullanarak doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. İlâveten, uygulama öncesinde 2 (DG1: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 8 (DG1: 6, DG2: 1, KG: 1) öğrenci yeni düşünce, icat ve tekniklerin kelime hazinemize katkılar yaparak düşüncelerimiz üzerinde etkili olduğunu ifade etmiş ve doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 6 (DG1: 1, DG2: 3, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 7 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 4) öğrenci fen ve teknolojinin yaşam tarzımız üzerinde etkili olması nedeniyle günlük hayatımız üzerinde etkili olduğunu ifade ederek doğruluk payı olan görüş belirtmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 19 (DG1: 7, DG2: 6, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 10, DG2: 6, KG: 6) öğrenci fen ve

teknolojinin etrafımızı anlamaya yardımcı olmasından dolayı günlük hayatımız üzerinde etkili olduğunu ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan sekizincisi “Sosyo-ekonomik ve kültürel bağlamın biyolojinin gelişimini etkilediği gerçeğini anlar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan sekizincisinde bilim insanları ve bilimsel araştırmaların çalışmanın yapıldığı yerdeki kültürün dini ya da ekinsele görüşlerinden etkileneceği önermesi verilmiştir. Bilim insanları ve bilimsel araştırmaların çalışmanın yapıldığı yerdeki kültürün dini ya da ekinsele görüşlerinden etkileneceği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 111’de sunulmuştur.

Tablo 111. BTTÇ üzerine görüşler formu 8. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Dinî ya da ekinsele görüşler araştırmalara etki EDER; çünkü bazı kültürler o kültürün yararına olacak özel araştırmaların yapılmasını ister.					
		3	0	2	2	2	0
D	B	çünkü bilim insanları kendi kültürlerinin görüşlerini destekleyen araştırmaları seçebilirler.					
		8	6	2	8	6	6
P	C	çünkü birçok bilim insanı kendi inançlarına ve yetiştiriliş tarzlarına uymayan araştırmalar yapmazlar.					
		4	2	5	3	4	6
D	D	çünkü bilim insanlarındaki bireysel farklılıklar, yapılan araştırmanın türünü etkiler.					
		4	3	4	4	4	3
P	E	çünkü güçlü gruplar, belirli araştırma projelerini destekler ya da gerçekleşmesini engeller.					
		3	4	5	2	1	3
N	F	Dinî ya da ekinsele görüşler araştırmalara etki ETMEZ; çünkü araştırmalar tartışmalara rağmen devam eder.					
		2	5	5	5	8	2
N	G	çünkü bilim adamları kültürel ve ekinsele görüşlere bakmaksızın, önemli olan konuları araştırıcılardır.					
		3	4	4	2	2	3
	H	Anlamadım.					
		1	1	0	1	1	1
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
		0	1	1	1	0	1
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					
		0	3	0	0	1	3

Tablo 111 incelendiğinde, uygulama öncesinde 2 öğrencinin (DG1: 1, DG2: 1), uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrencinin bilim insanlarının ve bilimsel araştırmaların çalışmanın yapıldığı yerdeki kültürel unsurlardan etkileneceği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 3 (DG2: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG2: 1, KG: 3) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 12 (DG1: 2, DG2: 5, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında da 12 (DG1: 5, DG2: 8, KG: 2) öğrenci kültürler arasındaki tartışmalara rağmen bilimsel çalışmaların devam ettiğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama

öncesinde 11 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 7 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 3) öğrenci bilim adamlarının kültürel öğelere bakmaksızın kendileri için önemli gördükleri konuları araştıracaklarını ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 5 (DG1: 3, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 2, DG2: 2) öğrenci bazı kültürlerin yararına olacak çalışmaların yapılmasını gerekçe göstererek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 11 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 6) öğrenci bilim adamlarının kendi inanışlarına uymayan bilimsel çalışmalar yapmayacaklarını öne sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. İlaveten, uygulama öncesinde 12 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 5), uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 3) öğrenci belirli grupların araştırmalara destek ya da engel olmaya çalışacağını iddia ederek dini ya da ekinse görüşlerin bilimsel araştırmalar üzerinde etkili olacağını belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 16 (DG1: 8, DG2: 6, KG: 2), uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 8, DG2: 6, KG: 6) öğrenci bilim insanlarının kendi kültürlerinin görüşlerini destekleyen araştırmalar yapacağını öne sürerek gerçekçi görüş belirtmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 10 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 4), uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 4, DG2: 4, KG: 3) öğrenci bireysel farklılıkların bilimsel araştırmaların türü üzerinde etkili olacağına vurgu yaparak gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan dokuzuncusu “biyolojinin birey, toplum ve çevre üzerindeki uygulamalarını değerlendirir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan dokuzuncusunda fen ve teknolojinin kirlenme ve nüfus artışı gibi sosyal problemlerin çözümünde yardımcı olduğu önermesi verilmiştir. Fen ve teknolojinin kirlenme ve nüfus artışı gibi sosyal problemlerin çözümünde yardımcı olduğu önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 112’de sunulmuştur.

Tablo 112. BTTÇ üzerine görüşler formu 9. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Fen ve teknoloji kesinlikle bu problemlerin çözümüne yardım edebilir.	6	9	7	13	11	6
P	B	Fen ve teknoloji bazı sosyal problemleri çözebilir fakat hepsini değil.	3	2	4	1	2	3
P	C	Fen ve teknoloji sosyal problemleri çözebilir fakat birçok probleme neden olur.	7	5	5	9	8	6
D	D	Fen ve teknolojinin yardımcı olma sorunundan çok insanların akılcı kullanımı sorundur.	3	7	2	3	6	4
N	E	Sosyal problemler insanın doğası ile ilgilidir; fen ve teknolojinin bu problemlerde etki edemez.	5	4	6	0	0	6
N	F	Fen ve teknoloji sosyal problemleri daha kötü hale getirir.	1	0	0	0	0	0

G	Anlamadım.	2	1	1	0	0	1
H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	1	1	3	2	2	2
I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	0	0	0	0	0

Tablo 112 incelendiğinde, uygulama öncesinde 4 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (KG: 1) öğrencinin fen ve teknolojinin kirlenme ve nüfus artışı gibi sosyal problemlerin çözümünde yardımcı olacağı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Ayrıca, uygulama öncesinde 5 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 2) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 15 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 6 (KG: 6) öğrenci sosyal problemlerin insanın doğası ile ilgili olduğundan fen ve teknolojinin bir katkı sağlamayacağını ileri sürerek ve yine uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci fen ve teknolojinin sosyal problemleri daha kötü hale getireceğini iddia ederek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 22 (DG1: 6, DG2: 9, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 30 (DG1: 13, DG2: 11, KG: 6) öğrenci sosyal problemlerin fene ve teknolojinin sosyal problemlerin çözümünde yardımcı olabileceğini belirterek, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 3) öğrenci fen ve teknolojinin tamamını olmasa bile bazı sosyal problemleri çözebileceğini ifade ederek, uygulama öncesinde 17 (DG1: 7, DG2: 5, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 23 (DG1: 9, DG2: 8, KG: 6) öğrenci fen ve teknolojinin sosyal problemleri çözmesine rağmen kendisinin de sosyal problemlere neden olabileceğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 12 (DG1: 3, DG2: 7, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 3, DG2: 6, KG: 4) öğrenci fen ve teknolojinin nasıl faydalı olabileceği üzerine düşünmek yerine fen ve teknolojinin akılcı bir biçimde kullanılması sayesinde sosyal ve toplumsal problemlerin çözülebileceğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan onuncusu “biyolojinin sınırlılıkları olabileceğinin farkına varır” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan onuncusunda bugün çözülemeyen kirlilik problemleri ile ilgilenilmez ise fen ve teknolojinin bu problemleri gelecekte çözemeyeceği önermesi verilmiştir. Bugün çözülemeyen kirlilik problemleri ile ilgilenilmez ise fen ve teknolojinin bu problemleri gelecekte çözemeyeceği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 113’de sunulmuştur.

Tablo 113. BTTÇ üzerine görüşler formu 10. önermesine cevap dağılımı

			DG1	Öntest DG2	KG	DG1	Sontest DG2	KG
N	A	Fen ve teknoloji bazı problemleri ÇÖZEMEZ: çünkü fen ve teknoloji birinci sırada kirlilik problemlerine sahip olma nedenidir.	8	7	9	4	5	4
N	B	çünkü kirlilik problemleri çoktan fen ve teknolojinin çözme yeteneğinin ötesine geçmiştir.	6	12	9	12	10	9
P	C	çünkü kirlilik problemleri yakında fen ve teknolojinin çözme yeteneğinin ötesine geçecektir.	5	6	3	10	11	7
N	D	Hiç kimse fen ve teknolojinin gelecekte neyi çözebileceğini tahmin edemez.	3	2	1	1	0	4
D	E	Fen ve teknoloji kirlilik problemlerini tek başına çözemez, çözüm herkesin sorumluluğudur.	1	0	1			
P	F	Geçmişte fen ve teknolojinin problem çözmedeki başarısı gelecekteki başarılı olacağı anlamına gelir.	1	0	2	1	1	1
	G	Anlamadım.	2	0	0	0	0	0
	H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	2	2	3	0	2	3
	I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	0	0	0	0	0

Tablo 113 incelendiğinde, uygulama öncesinde 2 (DG1: 2) öğrencinin biyolojinin kirlenme problemlerine şimdi bir çözüm bulamazsa gelecekte hüç bulamayacağı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Ayrıca, uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG2: 2, KG: 3) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 24 (DG1: 8, DG2: 7, KG: 9) öğrenci, uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 4) öğrenci fen ve teknolojinin daha fazla kirlenme problemleri getireceği için ve hatta uygulama öncesinde 29 (DG1: 6, DG2: 12, KG: 9) öğrenci, uygulama sonrasında ise 31 (DG1: 12, DG2: 10, KG: 9) öğrenci kirlilik problemlerinin günümüzde çok kötüye gittiği için fen ve teknolojinin kirlenme problemlerini çözemeyeceğini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 6 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 1, KG: 4) öğrenci fen ve teknolojinin gelecekteki problem çözme yeteneğinin tahmin edilemez olduğunu belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 14 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 28 (DG1: 10, DG2: 11, KG: 7) öğrenci kirlenme problemlerinin yakında fen ve teknolojinin problem çözme yeteneğinin ötesine geçecek olması nedeniyle bazı problemleri çözemeyeceğini ve yine uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci geçmişte olduğu gibi fen ve teknolojinin problem çözmeye devam edeceğini ifade ederek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci herkesin üstüne düşen sorumluluğu üstlenmesi durumunda fen ve teknolojinin katkılarıyla insanlığın

karşılaşmakta olduğu problemlerin çözülebileceğini ifade ederek bilimsel görüşe yakın gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on birincisi “Biyolojinin alt bilim dalları ile günlük yaşamdaki uygulama alanları arasında ilişki kurar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on birincisinde fen ve teknoloji bilgisinin günlük yaşamınızda karşılaştığımız problemleri çözmenize yardımcı olduğu önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 114’de sunulmuştur.

Tablo 114. BTTÇ üzerine görüşler formu 11. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Fen derslerinde öğretilen sistematik nedensellik: günlük hayatımda bazı problemleri çözmemde yardımcı olur.	2	1	1	2	1	0
N	B	günlük problemler ile ilgili bilgi kazandırır, ancak doğrudan günlük yaşamımızda kullanışlı değildir.	5	5	4	8	8	5
P	C	Fen derslerinde öğrendiklerimiz olaylar hakkında problem çözme ve karar vermede yardımcı olur.	2	0	1	1	2	1
D	D	Bazı problemleri çözme ve oldukça değişik fiziksel olayları anlamaya yardım eder.	12	10	6	9	7	13
P	E	Fen derslerinden öğrendiklerim etrafımdaki dünyanın farkına varmaya yardımcı olur. Fen derslerinde öğrendiklerim günlük yaşamla ilişkili değildir.	4	7	12	6	9	6
N	F	Günlük yaşamımda çok az yeri olan teorik ve teknik detaylar üzerinde durur.	0	3	2	0	2	2
N	G	benim problemlerim geçmiş deneyimlerle ya da fen ve teknoloji ile ilgisi olmayan bilgilerle çözülür.	1	0	0	2	0	0
	H	Anlamadım.	1	2	0	0	0	0
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	1	1	2	0	0	1

Tablo 114 incelendiğinde, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 2) öğrencinin fenin günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümüne yardımcı olacağı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 5 (DG2: 3, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG2: 2, KG: 2) öğrenci fen derslerinde teorik ve teknik detaylar üzerinde durulması nedeniyle ve yine uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 2) öğrenci problemlerinin geçmiş deneyimlerin kullanılarak çözülebilecek olması nedeniyle fen derslerinin günlük

yaşamla ilişkili olmadığını ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 14 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 21 (DG1: 8, DG2: 8, KG: 5) öğrenci fen derslerinin günlük problemler ile ilgili bilgi veriyor olsa bile öğrenilen problem çözme tekniklerinin uygulanabilir olmadığını belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 4 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 2, DG2: 1) öğrenci günlük problemlerin bilimsel problemler gibi yaklaşılması durumunda çözüleceğini ileri sürerek, uygulama öncesinde 3 (DG1: 2, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 1) öğrenci günlük hayatımızda karşılaştığımız bazı olaylar hakkında problem çözme ve karar vermede yardımcı olacağını ifade ederek, uygulama öncesinde 23 (DG1: 4, DG2: 7, KG: 12) öğrenci, uygulama sonrasında ise 21 (DG1: 6, DG2: 9, KG: 6) öğrenci fen derslerinin etraflarındaki dünyayı anlamalarına yardımcı olacağını belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 28 (DG1: 12, DG2: 10, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 29 (DG1: 9, DG2: 7, KG: 13) öğrenci fen derlerinden öğrendiklerini etraflarındaki olayları anlamada kullanmanın yanı sıra günlük problemlerinin çözümüne de uyguladıklarını ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on ikincisi “biyolojinin diğer bilim dalları ile olan ilişkisini kavrar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on ikincisinde farklı alanlarda çalışan bilim insanlarının aynı şeye farklı açılardan bakmalarının birbirlerinin çalışmalarını anlamalarını zorlaştırabileceği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 115’de sunulmuştur.

Tablo 115. BTTÇ üzerine görüşler formu 12. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
D	A	Farklı alanlardaki bilim insanlarının birbirlerini anlamaları zordur;					
		4	6	7	5	8	7
P	B	çünkü bilimsel düşünceler bilim insanlarının görüşlerine veya alışkanlıklarına dayanır.					
		3	6	6	8	12	2
N	C	çünkü bilim insanları diğer alanların dilini anlamak için çaba göstermek zorundadır.					
		5	2	4	2	2	5
N	D	Farklı alanlardaki bilim adamlarının birbirlerini anlamaları oldukça kolaydır;					
		2	2	3	2	0	2
N	E	çünkü bilim adamları zekidir ve diğer alanların bakış açılarını öğrenmenin yollarını bulabilirler.					
		8	7	1	8	2	7
	F	çünkü bir alandaki bilimsel düşünceler diğer alandakiler ile örtüşür.					
		3	3	3	3	2	3
	G	Anlamadım					
		3	2	2	0	0	2
	H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim					
		0	1	2	0	3	0
		Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşümü yansıtmıyor.					
		0	1	2	0	3	0

Tablo 115 incelendiğinde, uygulama öncesinde 9 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 3), uygulama sonrasında ise 8 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 3) öğrencinin farklı branşlardaki bilim insanlarının kullandıkları ortak terimlere farklı anlamlar yüklenmesi nedeniyle birbirini anlamakta sorun yaşayacağı yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 3 (DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG2: 3) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2), uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 11 (DG1: 5, DG2: 2, KG: 4), uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 5) öğrenci bilim insanlarının zeki olduğunu, uygulama öncesinde 7 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 3), uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 2, KG: 2) öğrenci bilim insanlarının pek çok disiplini aynı anda çalıştığını ve uygulama öncesinde 16 (DG1: 8, DG2: 7, KG: 1), uygulama sonrasında ise 17 (DG1: 8, DG2: 2, KG: 7) öğrenci bilimsel gerçeklerin değişmeyeceğini gerekçe göstererek farklı alanlarda çalışmalar yapan bilim insanlarının birbirlerini anlamalarının kolay olduğunu ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 15 (DG1: 3, DG2: 6, KG: 6), uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 8, DG2: 12, KG: 2) öğrenci bilim adamlarının kendi alanlarıyla ilgili diğer bilim dallarını anlamak için çaba göstermek zorunda olduklarını gerekçe göstererek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 17 (DG1: 4, DG2: 6, KG: 7), uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 5, DG2: 8, KG: 7) öğrenci bir bilim insanının farklı bir alanda araştırma yapan diğer bir bilim insanını anlamalarındaki zorluklara değinerek gerçekçi görüşler belirttiği tespit edilmiştir.

BTTÇ kazanımlarından on dördüncüsü “BTTÇ arasındaki ilişkileri anlar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on üçüncüsünde mühendislerin çalışmalarında tehlikeli bir düşünce veya ürünle karşılaştıklarında, uğrayacakları zarara bakmaksızın toplum yetkililerini bilgilendirmesi gerektiği önermesi verilmiştir. Mühendislerin çalışmalarında tehlikeli bir düşünce veya ürünle karşılaştıklarında, uğrayacakları zarara bakmaksızın toplum yetkililerini bilgilendirmesi gerektiğine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 116’da sunulmuştur.

Tablo 116. BTTÇ üzerine görüşler formu 13. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
D	A	Mühendisler yetkililere açıklama yapmalıdır: çünkü bir mühendisin işi topluma zarar vermek değil yardımcı olmaktır.					
		1	2	1	2	0	1

P	B	çünkü mühendisler bir şeyler yanlış gittiğinde çeşitli sonuçlarından korunmak isterler.	11	6	13	10	17	13
N	C	Mühendise ve tehlikeye bağlı olarak tehlike olasılığından dolayı yetkililere açıklama yapar.	2	7	4	9	5	2
N	D	Mühendisler yapmaz, vicdan sahipleri yetkililere anlatır, çünkü işlerini kaybetmek istemez.	0	2	1	0	2	0
N	E	Mühendisler yetkililere anlatmaz çünkü toplum tehlikede olsa bile işlerini korumak ister.	3	4	5	0	0	3
P	F	Mühendislerin sorumluluğu değildir. Bu şirketin sorumluluğudur.	4	3	1	3	0	3
N	G	Yetkililere açıklama yapan mühendisleri işitiriz. Halktan saklanan sırları işitemeyiz.	6	3	2	3	5	3
	H	Anlamadım.	1	1	1	0	0	3
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	1	0	1	0	0

Tablo 116 incelendiğinde, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (KG: 3) öğrencinin mühendislerin bilimsel çalışmaları sırasında buldukları çevre için tehlikeli olabilecek bir sonucu topluma açıklama kararı ile ilgili önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Uygulama öncesinde 1 (DG2: 1), uygulama sonrasında ise 1 (DG1: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Uygulama öncesinde 13 (DG1: 2, DG2: 7, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 9, DG2: 5, KG: 2) öğrenci bazı mühendislerin tehlikenin boyutuna bağlı olarak toplumu uyuracağını, uygulama öncesinde 3 (DG2: 2, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 2) öğrenci vicdan sahibi olanların toplumu olası tehlikelere karşı uyurabileceğini, uygulama öncesinde 12 (DG1: 3, DG2: 4, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (KG: 3) öğrenci mühendislerin topluma bilgi vermeyeceğini, ve uygulama öncesinde 12 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 11 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 3) öğrenci topluma açıklamalar yapılsa da bazı olayların sır olarak kaldığını ima ederek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 30 (DG1: 11, DG2: 6, KG: 13) öğrenci, uygulama sonrasında ise 40 (DG1: 10, DG2: 17, KG: 13) öğrenci mühendislerin olumsuz sonuçların doğuracağı yaptırımlardan kaçınmak için açıklama yapacağını ileri sürerek ve uygulama öncesinde 8 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 3, KG: 3) öğrenci mühendislerin bağlı oldukları şirket tartışarak şirketin topluma açıklama yapması gerektiği savını savunarak doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 2, KG: 1) öğrenci mühendislerin topluma zarar vermeden yardımcı olması gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on yedincisi “Bilim ve teknolojiye araştırma projelerine kaynak sağlanmasının öneminden ve koşullarından haberdar olur” biçiminde ifade edilmiştir.

BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on dördüncüsünde hükümetin bilim insanlarına doğanın ve evrenin merak edilen bilinmeyen yönlerini keşfetmek için araştırma ödeneği vermesi gerektiği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 117’de sunulmuştur.

Tablo 117. BTTÇ üzerine görüşler formu 14. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Bilimsel araştırmalar için ödenek verilmelidir:					
P	B	4	3	4	3	8	5
P	B	0	4	4	6	5	2
P	C	böylece Türkiye diğer ülkelerin gerisinde kalmaz					
P	C	11	8	7	7	8	9
D	D	araştırmanın yararlı olup olmayacağını söylemek imkansız olsa bile destek verilmelidir.					
D	D	11	10	11	8	5	9
N	E	çünkü bilim insanları dünyamızı anlayarak yaşamak için daha iyi bir yer haline getirebilirler.					
N	E	0	0	1	0	0	0
N	F	Sadece doğrudan sağlığımızla, çevremizle ya da tarımla ilgili araştırmalara destek verilmelidir. Araştırmalar hiç veya çok az ödenek verilmelidir;					
N	F	0	0	0	1	0	0
N	G	çünkü ödenek Türkiye'deki işsizlere, ihtiyacı olanlara ya da yardım gibi amaçlar için harcanabilir.					
N	G	2	3	0	0	1	3
N	H	Anlamadım.					
N	H	0	0	0	0	0	0
N	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
N	I	0	1	1	3	2	0
N	I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					

Tablo 117 incelendiğinde, uygulama öncesinde 5 (DG1: 2, DG2: 3), uygulama sonrasında ise 4 (DG2: 1, KG: 3) öğrencinin bilinmeyenlerin keşfedilmesi için hükümetin bilim insanlarına ödenek vermesi gerektiği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 2 (DG2: 1, KG: 1), uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 3, DG2: 2) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci hükümetin sadece sağlıkla ilgili konularda yapılan araştırmalara ve yine uygulama sonrasında 1 (DG1: 1) öğrenci bilimsel araştırmalardan çok ihtiyacı olanlara hükümetin finansal destek vermesi gerektiğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 11 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 4), uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 3, DG2: 8, KG: 5) öğrenci ülkeler arası rekabette geri kalmamak için, uygulama öncesinde 8 (DG2: 4, KG: 4), uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 6, DG2: 5, KG: 2) öğrenci bilinmeyi aydınlatmak için ve uygulama öncesinde 26 (DG1: 11, DG2: 8, KG: 7), uygulama sonrasında ise 24 (DG1: 7, DG2: 8, KG: 9) öğrenci bir sonuç ortaya çıkarmayacak olsa bile risk alınarak hükümetin bilimsel araştırmalara destek vermesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 31 (DG1: 11, DG2: 10, KG: 11), uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 8, DG2: 5, KG: 9) öğrenci bilim insanlarının dünyayı

anlayıp daha iyi bir yer haline getirmeye hizmet ettiği için hükümet tarafından destek almaları gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi altıncısında “Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on beşincisinde laboratuvarlarda kullanılan bilimsel modellerin gerçeğin kopyaları olduğu önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 118’de sunulmuştur.

Tablo 118. BTTÇ üzerine görüşler formu 15. önermesine cevap dağılımı

			DG1	Öntest DG 2	KG	DG 1	Sontest DG 2	KG
N	A	Bilimsel modeller, gerçeğin KOPYALARIDIR; çünkü bilim insanları bilimsel modellerin doğru olduğunu söyler, öyleyse doğru olmaları gerekir.	1	1	1	0	0	2
N	B	çünkü bir çok bilimsel kanıt bilimsel modellerin doğru olduğunu kanıtlamıştır.	5	6	3	5	5	6
N	C	çünkü bilimsel modeller hayatın gerçekleridir.	17	13	17	20	21	14
N	D	Bilimsel modeller, gözlem ve araştırmalara dayandığından gerçeğinin kopyalarıdır.	1	1	2	1	0	1
D	E	Bilimsel modeller, gerçeğin KOPYALARI DEĞİLDİR; çünkü bilimsel modeller kendi sınırlılıkları içinde öğrenme ve açıklamaya yardımcı olur.	1	0	1	1	2	0
P	F	çünkü teoriler gibi, bilimsel modeller de zamanla ve bilginin durumuna göre değişir.	2	3	1	1	0	2
P	G	çünkü modeller gerçeğini göremeyeceğimiz durumlarda varsayımlara dayanmak zorundadır.	0	3	1	0	0	2
	H	Anlamadım	1	1	2	0	1	1
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşümü yansıtmıyor.	0	1	0	0	0	0

Tablo 118 incelendiğinde, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 1, KG:2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrencinin laboratuvarlarda kullanılan modellerin gerçeklerinin kopyaları olduğu yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Ek olarak, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise hiçbir öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kendi kişisel görüşünü yansıtmadığını ifade etmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci bilim adamları doğru olduğunu söylediği için bilimsel modellerin gerçeklerinin kopyaları olduğunu ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 14 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 6) öğrenci bilimsel kanıtların doğruluğunu ispat ettiği için, uygulama öncesinde 47 (DG1: 17, DG2: 13, KG: 17) öğrenci, uygulama sonrasında ise 55

(DG1: 20, DG2: 21, KG: 14) öğrenci hayatın gerçeklerini gösterdiği için bilimsel modellerin gerçeklerinin kopyaları olduğunu ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci bilimsel modellerin gözlem ve araştırmalara dayanmasından dolayı gerçeklerinin kopyaları olması noktasına geldiklerini belirterek naif görüş bildirmiştir. Diğerlerinden farklı olarak, uygulama öncesinde 6 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrenci teoriler gibi, bilimsel modellerin de zamanla ve bilginin durumuna göre değişebilir olmasını ve benzer biçimde uygulama öncesinde 4 (DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci düşünce ve varsayımlara dayanabileceği için bilimsel modellerin gerçeğinin kopyaları olmadığını ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, DG2: 2) öğrenci kendi sınırlılıkları içerisinde öğrenmeye ve açıklamaya yardımcı olan modellerin gerçeklerinin kopyaları olmadığını ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on üçüncüsü “teknolojik kavram, ilke ve süreçleri bilir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on altıncısında alanında en iyi bilim insanlarının bilimsel yöntem basamaklarını takip edenler olduğu önermesi verilmiştir. Alanında en iyi bilim insanlarının bilimsel yöntem basamaklarını takip edenler olduğu önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 119’da sunulmuştur.

Tablo 119. BTTÇ üzerine görüşler formu 16. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Bilimsel yöntem geçerli, açık, mantıklı ve kesin sonuçları garanti eder.	4	5	6	5	6	5
N	B	Okulda öğrendiklerimize göre bilimsel yöntem bilim insanları tarafından kullanılır.	5	4	9	5	5	5
P	C	Başarılı bilim insanları, aynı zamanda orijinallliği ve yaratıcılığı da kullanacaklardır.	11	10	6	9	7	7
D	D	En iyi bilim adamları, uygun sonuçlar verebilecek herhangi bir yöntemi kullanan kişilerdir.	5	6	7	5	10	8
N	E	Birçok bilimsel keşif, bilimsel yöntemle bağlı kalmadan, tesadüfen yapılmıştır.	1	2	0	2	1	0
	F	Anlamadım.	1	1	0	1	0	1
	G	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
	H	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşümü yansıtmıyor.	1	1	0	1	0	2

Tablo 119 incelendiğinde, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrencinin iyi bilim insanlarının bilimsel yöntem basamaklarına sadık kalanlar olduğu yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri

görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, DG2: 1), uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 15 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 5) öğrenci bilimsel sonuçların sonuçları garanti ettiği için ve uygulama öncesinde 18 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 9) öğrenci, uygulama sonrasında ise 15 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 5) öğrenci okul bilgilerine göre bilim insanları tarafından kullanıldığı için iyi bilim insanlarının bilimsel yöntemi takip ettiğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 2, DG2: 1) öğrenci birçok bilimsel keşfin tesadüfen yapıldığını belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 6 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrenci bilim insanlarının bilimsel yöntemin sonuç vermesinin kesin olmadığı için ek olarak orijinallik ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 18 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 23 (DG1: 5, DG2: 10, KG: 8) öğrenci en iyi bilim adamlarının sonuç veren yöntemleri uygulayabilenler olduğunu ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on beşincisi “Teknolojik gelişim sürecinin sınırlılıklarını, kaynaklarını ve teknolojik uygulamaların olası etkilerini fark eder” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on yedincisinde yeni bir teknoloji geliştirildiğinde ne kadar iyi çalıştığına bağlı olarak teknolojinin uygulamaya konulması gerektiği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 120’de sunulmuştur.

Tablo 120. BTTÇ üzerine görüşler formu 17. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Yeni bir teknolojiyi kullanma kararı temelde onun ne kadar iyi çalıştığına bağlıdır.	3	3	5	2	6	4
P	B	Karar maliyeti, etkililiği, kullanışlılığı ve insan kaynaklarına etkisi gibi birçok şeye bağlıdır. Karar teknolojinin ne kadar iyi çalıştığına DEĞİL,	6	10	8	14	15	8
N	C	fakat maliyetine bağlıdır.	5	0	1	1	0	3
N	D	fakat toplumun ne istediğine bağlıdır.	1	2	2	3	1	0
N	E	fakat teknolojinin dünyaya etmesine bağlıdır.	6	7	7	3	2	5
N	F	fakat hükümetin desteklemesine bağlıdır.	2	1	0	2	0	2
N	G	fakat kazanç getirip getirmemesine bağlıdır.	0	1	1	1	0	1
M	H	çünkü teknolojiler uygulamaya konur sonra geliştirilir.	2	1	0	1	1	3
	I	Anlamadım.	2	2	0	0	1	1
	J	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	0	0	0	0	1	0
	K	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	1	2	4	1	2	1

Tablo 120 incelendiğinde, uygulama öncesinde 4 (DG1: 2, DG2: 2), uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrencinin yeni icat edilen bir bilgisayarın çalışmasına bağlı olarak uygulamaya konulmasına karar verileceği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 7 (DG2: 1, KG: 2, KG: 4), uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama sonrasında yalnızca 1 (KG: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 6 (DG1: 5, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 1, KG: 3) öğrenci maliyetinin uygunluğuna, uygulama öncesinde 5 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 3, DG2: 1) öğrenci toplumun isteğine, uygulama öncesinde 3 (DG1: 2, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 2, KG: 2) öğrenci hükümet desteğine, uygulama öncesinde 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci kazanç getirmesine, uygulama öncesinde 3 (DG1: 2, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 3) öğrenci gelişme göstermesine bağlı olarak yeni bir teknolojinin uygulamaya konulup konulamayacağına karar verilmesi gerektiğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 11 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 2, DG2: 6, KG: 4) öğrenci iyi çalışması halinde yeni bir teknolojinin uygulamaya konulması gerektiğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 24 (DG1: 6, DG2: 10, KG: 8) öğrenci, uygulama sonrasında ise 37 (DG1: 14, DG2: 15, KG: 8) öğrenci maliyet, etkinlik, toplum için kullanışlılık ve yararı gibi pek çok etmen gözetilerek teknolojinin uygulamaya konulmasına karar verilmesi gerektiğini ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 20 (DG1: 6, DG2: 7, KG: 7), uygulama sonrasında ise 10 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 5) öğrenci yeni teknolojinin dünyaya yardım edip etmemesine bağlı olarak uygulamaya konulması gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on altıncısı “biyolojiyle ilgili meslekler ile öğrendikleri biyoloji konuları arasında bağlantı kurar” biçiminde ifade edilmiştir BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan on sekizincisinde yeni mesleklerin çoğunun yüksek teknoloji endüstrileri sayesinde ortaya çıkacağı önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 121’de sunulmuştur.

Tablo 121. BTTÇ üzerine görüşler formu 18. önermesine cevap dağılımı

Öntest	Sontest

		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
A	Evet.Yeni bilgi ve hızlı değişim gelecek toplumların anahtardır.	4	3	4	3	8	5
B	Evet, çünkü rekabet edebilmek için yüksek teknoloji sistemleri kurarak etkili hale gelecektir.	0	4	4	6	5	2
C	Evet, çünkü yeni Türkiye endüstrileri yüksek teknoloji ürünleri üretecektir.	11	8	7	7	8	9
D	Evet. Özel eğitilmiş insanların teknolojiyi onarmasına ve gelişmesine ihtiyaç olacaktır.	11	10	11	8	5	9
E	Evet. Genelde, toplam meslek sayısı yine aynı olacaktır.	0	0	1	0	0	0
F	Hayır. Birkaç meslek yaratılabilir daha fazlası yok olacaktır.	0	0	0	1	0	0
G	Anlamadım.	2	3	0	0	1	3
H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	1	1	3	2	0

Tablo 121 incelendiğinde, uygulama öncesinde 5 (DG1: 2, DG2: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG2: 1, KG: 3) öğrencinin yeni mesleklerin yüksek teknoloji sayesinde ortaya çıkabilceği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, DG2: 1), uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 3, DG2: 2) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 11 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 3, DG2: 8, KG: 5) öğrenci yeni bilgi ve hızlı değişimin, uygulama öncesinde 8 (DG2: 4, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 6, DG2: 5, KG: 2) öğrenci kulan yüksek teknoloji endüstrilerinin yeni mesleklerin oluşumuna neden olacağını ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama sonrasında 1 (DG1: 1) öğrenci mekanik ve bilgisayarlı teknolojinin mesleklerin yok olmasına neden olacağını belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 26 (DG1: 11, DG2: 8, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 24 (DG1: 7, DG2: 8, KG: 9) öğrenci teknoloji kullanılarak üretilen ürünlerin toplumsal talep oluşturmaları ve yine uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci yeni teknolojinin yetişmiş insan gücüne olan ihtiyacı artırması nedeniyle yeni mesleklerin ortaya çıkmasına neden olacağını ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 32 (DG1: 11, DG2: 10, KG: 11) öğrenci, uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 8, DG2: 5, KG: 9) öğrenci endüstriyel ilerlemelerin özel eğitilmiş insanların teknoloji geliştirip üretebilmesine ve bu nedenle yeni mesleklerin doğmasına yol açacağını ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on sekizincisi “farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin ve biyoloji biliminin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan

sorulardan on dokuzuncusunda farklı ülkelerde eğitilen bilim insanlarının bir bilimsel probleme karşı farklı bakış açılarına sahip olması nedeniyle bir ülkenin eğitim sistemi ya da kültürünün bilim insanının ulaştığı sonucu etkileyebileceği önermesi verilmiştir. Farklı ülkelerde eğitilen bilim insanlarının bir bilimsel probleme karşı farklı bakış açılarına sahip olması nedeniyle bir ülkenin eğitim sistemi ya da kültürünün bilim insanının ulaştığı sonucu etkileyebileceğine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 122’de sunulmuştur.

Tablo 122. BTTÇ üzerine görüşler formu 19. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
D	A	Memeleket fark EDER:					
P	B	çünkü eğitim ve kültür hayatın bütün yönlerini etkiler.	3	2	8	5	9
N	C	çünkü bilim insanlarına problem çözmek için öğretilen yöntem farklılık oluşturur.	10	7	6	10	10
N	D	çünkü bir ülkenin hükümeti ihtiyaçlarına cevap veren fen projelerini finanse edecektir.	4	7	3	4	3
N	D	Duruma bağlıdır. Ülkenin bilim insanım eğitme tarzı bazı bilim insanlarında farklılık oluşturabilir.	5	8	6	7	5
N	E	Memleket fark ETMEZ:					
N	F	çünkü bilim insanları eğitildikleri ülke ne olursa olsun problemlere bireysel taraflarından bakarlar.	1	2	0	0	0
N	F	çünkü dünyadaki bilim insanlarının tümü benzer sonuçlara öncülük eden bilimsel metodu kullanır.	1	2	2	0	1
	G	Anlamadım.	3	1	0	1	0
	H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	1	0	0	0	0
	I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	0	3	1	1

Tablo 122 incelendiğinde, uygulama öncesinde 4 (DG1: 3, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 1, KG: 3) öğrencinin farklı ülkelerde eğitim gören bilim insanlarının farklı bakış açılarına sahip olmaları nedeniyle ortaya çıkan sonuçları farklı yorumlayabilecekleri yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 3 (KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, DG2: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde yalnızca 1 (KG: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci bilim insanlarının problemlere kendi açılarından bakmaları ve yine uygulama öncesinde 5 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG2: 1, KG: 2) öğrenci tüm bilim insanlarının bilimsel metodu kullanması nedeniyle araştırma sonuçlarının eğitim gördükleri yerin kültüründen etkilenmeyeceğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 19 (DG1: 5, DG2: 8, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 17 (DG1: 7, DG2: 5, KG: 5) öğrenci kültürel farklılıkların etkili olmasına rağmen bilim insanlarının kişisel bakış açılarının duruma bağlı olarak etkilenebileceğini belirterek naif

görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 14 (DG1: 4, DG2: 7, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrası ise 13 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 6) öğrenci fon kaynaklarının kültürel unsurları gözeterak hareket ermeleri nedeniyle kültürel farklılıkların araştırma sonuçları üzerinde etkili olduğunu belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 6 (DG1: 10, DG2: 7, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 28 (DG1: 10, DG2: 10, KG: 8) öğrenci problem çözmek için öğretilen metodların farklı olması nedeniyle farklı kültürlerde yetişen bilim insanların araştırma sonuçları arasında farklılık olacağını ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 13 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 8) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 5, DG2: 9, KG: 2) öğrenci ülkelerin farklı eğitim sistemlerinin araştırma sonuçları üzerinde etkili olduğunu ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan on dokuzuncusu “Farklı tutum ve değerlerin biyolojik kavramlar üzerine etkisini karşılaştırır” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmincisinde bilim insanların bireysel özelliklerinin bir teörinin içeriğini etkilemeyeceği, bu nedenle aynı bilgi birikimine sahip iki bilim insanının birbirinden bağımsız olarak aynı teoriyi geliştirebileceği önermesi verilmiştir. Bilim insanların bireysel özelliklerinin bir teörinin içeriğini etkilemeyeceği, bu nedenle aynı bilgi birikimine sahip iki bilim insanının birbirinden bağımsız olarak aynı teoriyi geliştirebileceği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 123’de sunulmuştur.

Tablo 123. BTTÇ üzerine görüşler formu 20. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Bireysel özellikler teörinin içeriğini ETKİLEMEZ: çünkü içerik bireysel özelliklerden etkilenmeyen gerçeklere ve bilimsel metoda dayanır.					
P	B	7	4	3	7	11	4
D	C	çünkü içerik gerçeklere dayanır. Ancak, bilim insanının bir deneyi yürütme yöntemi etkilenir.					
		15	18	16	13	12	18
D	C	çünkü içerik gerçeklere dayanır. Yalnız, gerçekleri yorumlama yöntemi etkilenir.					
		1	0	2	1	3	1
N	D	Bireysel özellikler teörinin içeriğini ETKİLER: çünkü farklı bilim insanları araştırmaları farklı biçimde yürütecektir.					
		3	7	6	6	3	4
N	E	çünkü farklı bilim insanları farklı düşünecek ve biraz farklı düşünce veya görüşlere sahip olacaktır.					
		1	0	0	0	0	0
N	F	çünkü bir teörünün içeriği bilim insanının ön yargılarından etkilenebilir.					
		0	0	1	1	0	0
	G	Anlamadım.					
	H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
		1	0	0	0	0	1
	I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					
		0	0	0	0	0	0

Tablo 123 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında aynı bilgi birikimine sahip iki bilim insanının bireysel özellikleri farklı olsa bile aynı teoriyi geliştirebileceği yönündeki önermeyi anlamadığını belirten öğrenci olmadığı görülmüştür. Ek olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirten öğrenciye de rastlanmamıştır. Farklı olarak, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci ve uygulama sonrasında ise 1 (KG: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 16 (DG1: 3, DG2: 7, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 4) öğrenci farklı bilim adamlarının araştırmaları farklı biçimde yönetmeleri nedeniyle bilim insanlarının bireysel özelliklerinin bir teorinin içeriğini etkileyebileceğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci farklı bilim insanlarının farklı düşünceleri nedeniyle bilim insanlarının bireysel özelliklerinin bir teorinin içeriğini etkileyebileceğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (DG1: 1) öğrenci bilim insanlarının önyargıları nedeniyle bilim insanlarının bireysel özelliklerinin bir teorinin içeriğini etkileyebileceğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 14 (DG1: 7, DG2: 4, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 7, DG2: 11, KG: 4) öğrenci bir teorinin içeriğinin gerçeklere ve bilimsel metoda dayanıyor olması nedeniyle bilim insanlarının bireysel özelliklerinin bir teorinin içeriğini etkileyemeyeceğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 19 (DG1: 15, DG2: 18, KG: 16) öğrenci, uygulama sonrasında ise 43 (DG1: 13, DG2: 12, KG: 18) öğrenci bilim insanının bireysel özelliklerinin bir araştırmayı yürütme tarzında farklılığa yol açacağını ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 16 (DG1: 3, DG2: 7, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 13 (DG1: 6, DG2: 3, KG: 4) öğrenci bireysel farklılıkların bilimsel gerçekleri yorumlarken bazı farklılıklara yol açacak olmasına atıfta bulunarak gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmincisi “kendi alanlarında dünya çapında üne sahip bilim insanlarına ve bilime katkılarına örnekler verir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi birincisinde Einstein gibi bazı dahi bilim insanlarının kişisel bakış açılarının diğer bilim insanlarının bilimsel olaylar hakkında yapacakları yorumlar üzerinde etkili olacağı önermesi verilmiştir. Einstein gibi bazı dahi bilim insanlarının kişisel bakış açılarının diğer bilim insanlarının bilimsel olaylar hakkında

yapacakları yorumlar üzerinde etkili olacağı önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 124'de sunulmuştur.

Tablo 124. BTTÇ üzerine görüşler formu 21. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
		Dahi bilim insanları diğer bilim insanlarına büyük oranda etki eder:						
N	A	çünkü bilim insanları hayranlık duydukları bilim insanlarının bakış açılarını benimseyecektir	2	3	5	0	2	3
P	B	çünkü dahi bilim insanları diğerlerinin de olayları başka türlü görmelerine neden olur.	4	6	3	9	12	5
D	C	Dahi bilim insanları yeterli kanıt ve nedensellik bulunduğu diğer bilim insanlarını etkiler.	6	7	4	9	7	7
N	D	Bilim insanları dahilerin görüşlerini kendilerine katmaya karar verirlerse bir etkiye sahip olabilir.	1	4	2	5	1	4
N	E	Dahi bilim insanları diğerlerini etkileyemez. Her bilim insanı özel bir bakış açısına sahiptir.	5	1	1	1	0	4
	F	Anlamadım.	3	5	3	2	2	2
	G	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	5	3	7	2	2	3
	H	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	2	0	3	0	3	0

Tablo 124 incelendiğinde, uygulama öncesinde 11 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 2) öğrencinin dahi bilim insanlarının bireysel bakış açılarının aynı alanda çalışan diğer bilim insanları üzerinde etkili olduğu yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 5 (DG1: 2, KG: 3), uygulama sonrasında ise 3 (DG2: 3) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 5 (DG1: 2, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG2: 3) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 7 (DG1: 1, DG2: 4, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 10 (DG1: 5, DG2: 1, KG: 4) öğrenci eğer bilim insanları dahi bilim insanlarının görüşlerine önem vermeleri durumunda ve uygulama öncesinde 10 (DG1: 2, DG2: 3, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG2: 2, KG: 3) öğrenci bilim insanlarının hayranlık duyuyor olmaları nedeniyle dahi bilim insanlarının görüşlerinin diğer bilim insanları üzerinde etkili olacağını ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 7 (DG1: 5, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 1, KG: 4) öğrenci her bilim insanının kendine özgü bakış açısı olması nedeniyle dahi bilim insanlarının diğer bilim adamlarının görüşü üzerinde etkili olamayacağını belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 13 (DG1: 4, DG2: 6, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 26 (DG1: 9, DG2: 12, KG: 5) öğrenci dahi bilim insanlarının görüşlerinin diğer bilim insanlarına farklı bakış açısı kazandıracak olması nedeniyle etkili olacağını ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 17 (DG1: 6, DG2: 7, KG: 4) öğrenci,

uygulama sonrasın ise 23 (DG1:9, DG2: 7, KG: 7) öğrenci yeterli kanıt ve nedensellik olması durumunda diğer bilim insanlarının görüşlerinin dahi bilim insanlarından etkileneceğine atıfta bulunarak gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi birincisi “Bilimdeki gelişmelerin; teknolojinin gelişmesine, teknolojiye yeni icatlara ve uygulamalara yol açtığına örnekler verir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi ikincisinde bilim ve teknolojinin birbiriyle yakından ilgili olduğu önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 125’de sunulmuştur.

Tablo 125. BTTÇ üzerine görüşler formu 22. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Birbiriyle yakından ilgilidir: çünkü bilim teknolojik ilerlemelere yol açar; ancak teknoloji bilime nadiren yardımcı olur.	7	7	7	6	9	5
D	B	çünkü araştırmalar teknolojik uygulamalara yol açar ve teknoloji araştırma yeteneğini artırır.	15	16	14	17	19	16
N	C	çünkü farklı olmalarına rağmen, birbirleriyle yakından bağlantılıdır.	0	1	2	3	1	1
P	D	çünkü teknoloji bilimsel ilerlemelere yol açar; ancak bilimin teknolojiye nadiren yardımcı olur.	4	3	5	1	0	4
N	E	Bilim ve teknoloji az çok aynı şeydir.	1	1	0	0	0	2
	F	Anlamadım.	0	1	0	1	0	0
	G	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
	H	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	1	0	0	0	0	0

Tablo 125 incelendiğinde, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrencinin ve uygulama sonrasında da 1 (DG1: 1) öğrencinin bilim ve teknolojinin birbiriyle yakından ilgili olması yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Çalışma gruplarında yürütülen yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel uygulamalar sonrasında ise hiç bir öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmemiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasın ise 2 (KG: 2) öğrenci bilim ve teknolojinin aynı şeyler olduğunu belirterek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 3 (DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 3, DG2: 1, KG: 1) öğrenci farklı olsalar bile yakından bağlı olduklarından fen ve teknolojinin ayrı ifade edilemeyeceklerini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 21 (DG1: 7, DG2: 7, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 24 (DG1: 6, DG2: 9, KG: 5) öğrenci bilimin teknolojik

ilerlemelere neden olduğunu ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir, Benzer biçimde, uygulama öncesinde 12 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 1, KG: 4) öğrenci ise teknolojinin bilimsel ilerlemelere neden olduğunu ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 45 (DG1: 15, DG2: 16, KG: 14) öğrenci, uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 17, DG2: 19, KG: 16) öğrenci bilimsel araştırmaların teknolojide uygulamaya dönüştüğünü ve teknolojik uygulamaların bilimsel araştırma yeteneğini arttırdığını ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi ikincisi “Atıkların yönetiminin önemli bir toplumsal sorun olduğunu algılayarak çevreye verebileceği zararları önlemek için uygun bir şekilde geri dönüştürülmesi veya imha edilmesi gerektiğinin farkına varır” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi üçüncüsünde Türk hava kirliliği standartlarına konu ile ilgili gerçekleri en iyi bilen bilim insanları ve mühendislerin karar vermesi gerektiği önermesi verilmiştir. Türk hava kirliliği standartlarına konu ile ilgili gerçekleri en iyi bilen bilim insanları ve mühendislerin karar vermesi gerektiği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 126’da sunulmuştur.

Tablo 126. BTTÇ üzerine görüşler formu 23. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Bilim insanları ve mühendisler karar vermelidir: çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.					
		1	3	4	3	2	4
N	B	çünkü bilgi sahibidirler ve hükümet bürokratlarından daha iyi kararlar verebilirler.					
		3	2	2	4	6	2
P	C	çünkü onlar eğitime sahiptir, FAKAT toplum da bilgilendirilerek bu sürece katılmalıdır.					
		7	6	2	10	7	6
D	D	Karar eşit olarak alınmalıdır					
		10	15	17	6	13	14
P	E	Hükümet karar vermelidir; FAKAT bilim adamları ve mühendisler tavsiye vermelidir.					
		0	0	1	0	0	0
P	F	Toplum karar vermelidir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.					
		4	0	1	4	0	0
N	G	Toplum karar vermelidir.					
		1	0	1	1	0	1
	H	Anlamadım.					
		2	2	0	0	1	1
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
		0	1	0	0	0	0
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					
		0	0	0	0	0	0

Tablo 126 incelendiğinde, uygulama öncesinde 4 (DG1: 2, DG2: 2) öğrenci ve uygulam sonrasında 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrencinin havayı kirleten atıklarla ilgili standartlara bilim adamlarının karar vermesi ile ilgili önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ileri sürülen seçeneklerden

hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 8 (DG1: 1, DG2: 3, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 4) öğrenci eğitilmiş ve bilgili oldukları için ve yine uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 12 (DG1: 4, DG2: 6, KG: 2) öğrenci bilgi sahibi olmanın yanı sıra bağımsız olarak karar verebilecekleri için bilim adamlarının hava kirliliği standartları hakkında karar vermesi gerektiğini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci idealist olan bilim adamlarını kontrol etmekle görevli toplumun hava kirliliği standartları hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 15 (DG1: 7, DG2: 6, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 23 (DG1: 10, DG2: 7, KG: 6) öğrenci eğitilmiş ve bilgi sahibi bilim adamlarının yanı sıra toplumun, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan hükümetlerin, uygulama öncesinde 5 (DG1: 4, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 4) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan toplumun hava kirliliği standartları hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 28 (DG1: 12, DG2: 10, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 29 (DG1: 9, DG2: 7, KG: 13) öğrenci bilim adamları, mühendisler ve bilgilendirilmiş toplumun bir araya gelerek hava kirliliği standartları hakkında eşit olarak karar vermesi gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi üçüncüsü “teknolojik ürün ve sistemleri kullanarak doğal kaynaklar, canlılar ve habitatların nasıl korunabileceğini, çeşitli ürün ve sistemlerin kullanımından kaynaklanan zararlı atıkların nasıl azaltılabileceğini açıklar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi dördüncüsünde yeni bir nükleer reaktör geliştirildiğinde ne kadar iyi çalıştığına bağlı olarak kullanılması kararının verilmesi gerektiği önermesi verilmiştir. Yeni bir nükleer reaktör geliştirildiğinde ne kadar iyi çalıştığına bağlı olarak kullanılması kararının verilmesi gerektiği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 127’de sunulmuştur.

Tablo 127. BTTÇ üzerine görüşler formu 24. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Yeni bir teknolojiyi kullanma kararı temelde onun ne kadar iyi çalıştığına bağlıdır.	1	0	1	0	0	0
P	B	Karar maliyeti, etkililiği, kullanışlılığı ve insan	5	4	6	4	9	7

		kaynaklarına etkisi gibi birçok şeye bağlıdır. Karar teknolojinin ne kadar iyi çalıştığına DEĞİL,						
N	C	fakat maliyetine bağlıdır.	12	11	10	16	13	8
N	D	fakat toplumun ne istediğine bağlıdır.						
D	E	fakat teknolojinin dünyaya etmesine bağlıdır.	0	0	1	0	1	0
N	F	fakat hükümetin desteklemesine bağlıdır.	4	5	5	6	4	4
N	G	fakat kazanç getirip getirmemesine bağlıdır.	2	6	0	0	0	4
N	H	çünkü teknolojiler uygulamaya konur sonra geliştirilir.	0	0	1	2	1	1
	I	Anlamadım.	0	0	0	0	0	0
	J	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	0	0	0	0	0	0
	K	Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	4	3	4	0	1	4

Tablo 127 incelendiğinde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında öğrencilerin tamamının yeni bir nükleer reaktörün ortaya çıkarabileceği etkilere bağlı olarak kurulmasına karar verilip verilmemesi ile ilgili önermeyi anladıklarını belirttikleri görülmektedir. Ayrıca, uygulama öncesinde 11 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında da 5 (DG2: 1, KG: 4) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Benzer biçimde, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında hiç bir öğrenci toplumun isteğine bağlı olarak yeni bir nükleer reaktörün uygulamaya konulup konulamayacağına karar verilmesi gerektiği ile ilgili bir görüş belirtmemiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 33 (DG1: 12, DG2: 11, KG: 10) öğrenci, uygulama sonrasında ise 37 (DG1: 16, DG2: 13, KG: 8) öğrenci maliyetinin uygunluğuna bağlı olarak yeni bir nükleer reaktörün uygulamaya konulup konulamayacağına karar verilmesi gerektiğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 14 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 14 (DG1: 6, DG2: 4, KG: 4) öğrenci hükümet desteğine, uygulama öncesinde 8 (DG1: 2, DG2: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (KG: 4) öğrenci kazanç getirmesine, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 1) öğrenci gelişme göstermesine bağlı olarak yeni bir nükleer reaktörün uygulamaya konulup konulamayacağına karar verilmesi gerektiğini ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Yine, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci iyi çalışması halinde yeni bir teknolojinin uygulamaya konulması gerektiğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 15 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 4, DG2: 9, KG: 7) öğrenci maliyet, etkinlik, toplum için kullanışlılık ve yararı gibi pek çok etmen gözetilerek yeni bir nükleer reaktörün uygulamaya konulmasına karar verilmesi gerektiğini ileri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında 1 (DG2: 1) öğrenci yeni bir nükleer reaktörün dünyaya yardım edip etmemesine bağlı olarak uygulamaya konulması gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi dördüncüsü “Yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının nedenlerini ve etkilerini idrak eder” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi beşincisinde Türk bilim insanlarının buluşlarının doğuracağı sonuçların potansiyel etkileriyle ilgili oldukları önermesi verilmiştir. Türk bilim insanlarının buluşlarının doğuracağı sonuçların potansiyel etkileriyle ilgili oldukları önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 128’de sunulmuştur.

Tablo 128. BTTÇ üzerine görüşler formu 25. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Bilim insanları birşeyler keşfederken sadece faydalı etkileri ile ilgilenirler.	1	1	1	0	0	2
N	B	Bilim insanları keşiflerinin zararlı etkileri ile ilgilenirler.	6	7	4	5	5	6
D	C	Bilim insanları deneylerinin bütüncül etkileri ile ilgilidir.	17	13	20	20	21	14
P	D	Bilim insanları ilgilidir fakat buluşlarının tüm uzun vadeli etkilerini muhtemelen bilemezler.	1	1	2	1	0	1
P	E	Bilim adamları ilgilidir fakat buluşları zararlı amaçlar için kullanılabilir.	1	0	0	1	2	0
N	F	Bilimin dallarına bağlıdır.	1	2	0	1	0	2
N	G	Bilim adamları ilgili olabilirler, fakat bu onları kendi çıkarlarına keşifler yapmaktan vazgeçirmez.	0	3	1	0	0	2
	H	Anlamadım.	1	1	0	0	1	1
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	1	0	0	0	0

Tablo 128 incelendiğinde, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrencinin bilim insanlarının buluşlarının yararlı veya zararlı etkileri ile ilgilendikleri yönündeki önermeyi anladıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci bilim insanlarının araştırmalarının sadece faydalı etkileri ile ilgilendiğini, uygulama öncesinde 17 (DG1: 6, DG2: 7, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 6) öğrenci bilim insanlarının araştırmalarının sadece zararlı etkileri ile ilgilendiğini, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrenci bilim insanlarının araştırma konusuna bağlı olarak çalışmalarının sonuçlarıyla ilgileneceğini, uygulama öncesinde 4 (DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci bilim insanlarının araştırma sonuçlarından çok kendi çıkarları ile ilgili oldukları argümanlarını ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde

15 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 4, DG2: 9, KG: 7) öğrenci bilim insanlarının araştırmalarının sonuçlarıyla ilgilendiklerini ancak bütün etkilerini tahmin edemeyeceklerini illeri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 15 (DG1: 5, DG2: 4, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 4, DG2: 9, KG: 7) öğrenci bilim adamlarının araştırmalarının sonuçlarıyla ilgilendiklerini ancak kötü amaçlar için kullanılabileceğini tahmin edemeyeceklerini illeri sürerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında 1 (DG2: 1) öğrenci bilim insanlarının araştırmalarının ortaya çıkaracağı sonuçların tamamıyla ilgilendiklerini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi beşincisi “Yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının olası çözüm yollarını tartışır” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi altıncısında gerçekleri en iyi bilen kişiler olarak bilim adamları ve mühendislerin dünya gıda üretimine ve dağıtımına karar vermesi gerektiği önermesi verilmiştir. Gerçekleri en iyi bilen kişiler olarak bilim adamları ve mühendislerin dünya gıda üretimine ve dağıtımına karar vermesi gerektiği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 129’da sunulmuştur.

Tablo 129. BTTÇ üzerine görüşler formu 26. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Bilim insanları ve mühendisler karar vermelidir: çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.					
		1	1	0	1	0	1
N	B	çünkü bilgi sahibidirler ve hükümet bürokratlarından daha iyi kararlar verebilirler.					
		5	9	6	7	10	5
P	C	çünkü onlar eğitime sahiptir, FAKAT toplum da bilgilendirilerek bu sürece katılmalıdır.					
		6	2	5	5	5	5
D	D	Karar eşit olarak alınmalıdır					
		1	0	0	0	0	0
P	E	Hükümet karar vermelidir; FAKAT bilim adamları ve mühendisler tavsiye vermelidir.					
		0	1	2	1	1	1
P	F	Toplum karar vermelidir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.					
		3	1	5	2	6	3
N	G	Toplum karar vermelidir.					
		10	8	8	10	6	10
	H	Anlamadım.					
					1	0	0
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
		1	3	0	0	0	2
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					
		1	4	2	1	1	1

Tablo 129 incelendiğinde, uygulama sonrasında 1 (DG1: 1) öğrencinin dünya gıda üretimine bilim insanlarının karar vermesi yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 7 (DG1: 1, DG2: 4, KG: 2), uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2:

3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında da 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci eğitilmiş ve bilgili oldukları için ve yine uygulama öncesinde 20 (DG1: 5, DG2: 9, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 22 (DG1: 7, DG2: 10, KG: 5) öğrenci bilgi sahibi olmanın yanı sıra bağımsız olarak karar verebilecekleri için bilim adamlarının dünyaya gıda üretimi hakkında karar vermesi gerektiğini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 26 (DG1: 10, DG2: 8, KG: 8) öğrenci, uygulama sonrasında ise 26 (DG1: 10, DG2: 6, KG: 10) öğrenci idealist olan bilim adamlarını kontrol etmekle görevli toplumun dünyaya gıda üretimi hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 13 (DG1: 6, DG2: 2, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 15 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 5) öğrenci eğitilmiş ve bilgi sahibi bilim adamlarının yanı sıra toplumun, uygulama öncesinde 3 (DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan hükümetlerin, uygulama öncesinde 9 (DG1: 3, DG2: 1, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 11 (DG1: 2, DG2: 6, KG: 3) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan toplumun dünyaya gıda üretimi hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci bilim adamları, mühendisler ve bilgilendirilmiş toplumun bir araya gelerek dünyaya gıda üretimi hakkında eşit olarak karar vermesi gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi yedincisi “Çevre, yaban hayatı ve doğal kaynakları koruma yöntemlerini kavrar ve tartışır” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi yedincisinde ülkemizi oldukça kirleten ağır sanayinin kirliliğin pek yaygın olmadığı az gelişmiş ülkelere taşınması gerektiği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 130’da sunulmuştur.

Tablo 130. BTTÇ üzerine görüşler formu 27. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Ağır sanayi az gelişmiş ülkelere taşınmalıdır.	3	0	3	2	8	1
P	B	Başkalarının çevresini kirlletmeye hakkımız yok.	9	5	5	4	8	5
N	C	Kirliliğin etkileri küreseldir.	10	11	14	13	10	9
		Ağır sanayi az gelişmiş ülkelere TAŞINMAMALIDIR:						
D	D	çünkü sanayinin taşınması sağ duyulu bir yol değildir.	3	4	3	5	3	6
P	E	çünkü bu ülkeler yeterince probleme sahiptir.	2	7	1	3	0	4
P	F	çünkü kirlilik mümkün oldukça sınırlandırılmalıdır.	0	1	1	0	0	1

G	Anlamadım.	0	1	1	1	0	1
H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.						
I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	1	0	0	0	0	1

Tablo 130 incelendiğinde, uygulama öncesinde 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrencinin kirlletici etkiye sahip ağır sanayinin az gelişmiş ülkelere taşınması gerektiği yönündeki önermeyi anladıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci ve uygulama sonrasında 1 (KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Öte yandan, uygulama öncesinde 6 (DG1: 3, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 11 (DG1: 2, DG2: 8, KG: 1) öğrenci ağır sanayinin gelecek nesilleri korumak için taşınması gerektiğini ileri sürerek ve yine uygulama öncesinde 35 (DG1: 10, DG2:11, KG: 14) öğrenci, uygulama sonrasında ise 32 (DG1: 13, DG2: 10, KG: 9) öğrenci sanayinin konumundan çok küresel etkileri olduğu argümanına değinerek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 19 (DG1: 9, DG2: 5, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 17 (DG1: 4, DG2: 8, KG: 5) öğrenci başkalarının çevrelerini kirlletme hakkımızın olmadığına, uygulama öncesinde 10 (DG1: 2, DG2: 7, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 7 (DG1: 3, KG: 4) öğrenci az gelişmiş ülkelerinin mevcut problemleri ile meşgul olduklarına, uygulama öncesinde 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (KG: 1) öğrenci kirlilik problemlerini etrafa yaymanın daha fazla zarar getireceğine dikkat çekerek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci kirlilik problemlerini başka yerlere taşımanın sağduyulu bir yol olmadığını ve kirliliğin olduğu yerde sınırlandırılarak ortadan kaldırılması gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi yedincisi “çevre, yaban hayatı ve doğal kaynakları korumada hem bireylerin hem de toplumun sorumluluklarını bilir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi sekizincisinde bilim insanları ve mühendislerin nükleer reaktörlerin inşa edilip edilemeyeceğine ve edilecekse nerede inşa edilmesi gerektiğine karar vermesi gerektiği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 131’de sunulmuştur.

Tablo 131. BTTÇ üzerine görüşler formu 28. önermesine cevap dağılımı

Öntest			Sontest		
DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG

N	A	Bilim insanları ve mühendisler karar vermelidir: çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.	1	3	4	3	2	4
N	B	çünkü bilgi sahibidirler ve hükümet bürokratlarından daha iyi kararlar verebilirler.	3	2	2	4	6	2
P	C	çünkü onlar eğitime sahiptir, FAKAT toplum da bilgilendirilerek bu sürece katılmalıdır.	7	6	2	10	7	6
D	D	Karar eşit olarak alınmalıdır	10	15	17	6	13	14
P	E	Hükümet karar vermelidir; FAKAT bilim adamları ve mühendisler tavsiye vermelidir.	0	0	1	0	0	0
P	F	Toplum karar vermelidir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.	4	0	1	4	0	0
	G	Toplum karar vermelidir.	1	0	1	1	0	1
	H	Anlamadım.	2	2	0	0	1	1
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	0	1	0	0	0	0
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	0	0	0	0	0

Tablo 131 incelendiğinde, uygulama öncesinde 4 (DG1: 2, DG2: 2) öğrenci ve uygulama sonrasında 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrencinin bir nükleer reaktörün kurulumuna karar verilmesi ile ilgili önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 8 (DG1: 1, DG2: 3, KG: 4) öğrenci, uygulama sonrasında da 9 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 4) öğrenci eğitilmiş ve bilgili oldukları için ve yine uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 12 (DG1: 4, DG2: 6, KG: 2) öğrenci bilgi sahibi olmanın yanı sıra bağımsız olarak karar verebilecekleri için bilim adamlarının bir nükleer reaktörün kurulumu hakkında karar vermesi gerektiğini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında da 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci idealist olan bilim adamlarını kontrol etmekle görevli toplumun bir nükleer reaktörün kurulumu hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 15 (DG1: 7, DG2: 6, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 23 (DG1: 10, DG2: 7, KG: 6) öğrenci eğitilmiş ve bilgi sahibi bilim adamlarının yanı sıra toplumun, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan hükümetlerin, uygulama öncesinde 5 (DG1: 4, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 4) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan toplumun bir nükleer reaktörün kurulumu hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 42 (DG1: 10, DG2: 15, KG: 17) öğrenci, uygulama sonrasında ise 33 (DG1: 6, DG2: 13, KG: 14) öğrenci bilim adamları, mühendisler ve bilgilendirilmiş toplumun bir araya gelerek bir nükleer reaktörün kurulumu hakkında eşit olarak karar vermesi gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

BTTÇ kazanımlarından yirmi yedincisi “insanların ve toplumun çevreyi nasıl etkilediğine örnekler verir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan yirmi dokuzuncusunda gerçekleri en iyi bilen bilim insanları ve mühendislerin ileride Türkiye'nin ne tür enerji kullanacağına karar vermesi gerektiği önermesi verilmiştir. Gerçekleri en iyi bilen bilim insanları ve mühendislerin ileride Türkiye'nin ne tür enerji kullanacağına karar vermesi gerektiği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin dağılımı Tablo 132’de sunulmuştur.

Tablo 132. BTTÇ üzerine görüşler formu 29. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Bilim insanları ye mühendisler karar vermelidir: çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.					
		0	0	1	0	0	0
N	B	çünkü bilgi sahibidirler ve hükümet bürokratlarından daha iyi kararlar verebilirler.					
		4	0	1	4	0	0
P	C	çünkü onlar eğitime sahiptir, FAKAT toplum da bilgilendirilerek bu sürece katılmalıdır.					
		1	3	4	3	2	4
D	D	Karar eşit olarak alınmalıdır					
		10	15	17	6	13	14
P	E	Hükümet karar vermelidir; FAKAT bilim adamları ve mühendisler tavsiye vermelidir.					
		3	2	2	4	6	2
P	F	Toplum karar vermelidir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.					
		8	6	3	11	7	7
N	G	Toplum karar vermelidir.					
		2	3	0	0	1	1
	H	Anlamadım.					
		2	3	0	0	1	1
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
		0	0	0	0	0	0
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					
		0	0	0	0	0	0

Tablo 132 incelendiğinde, uygulama öncesinde 5 (DG1: 2, DG2: 3) öğrenci ve uygulama sonrasında 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrencinin enerji kaynaklarının kullanımına karar verilmesi ile ilgili önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirten öğrenci olmamıştır. Ek olarak, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirten öğrenci de olmamıştır. Bundan başka, hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında hiç bir öğrenci toplumun isteğine bağlı olarak kullanılacak enerji türüne karar verilmesi gerektiği ile ilgili bir görüş belirtmemiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 1 (KG: 1) öğrenci eğitilmiş ve bilgili oldukları için bilim adamlarının kullanılacak enerji türü hakkında karar vermesi gerektiğini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Yine uygulama öncesinde 5 (DG1: 4, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 4) öğrenci bilgi sahibi olmanın yanı sıra bağımsız olarak karar verebilecekleri için bilim adamlarının kullanılacak enerji türü hakkında karar vermesi gerektiğini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 8 (DG1: 1, DG2: 3, KG: 4), uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 4) öğrenci eğitilmiş ve bilgi sahibi bilim adamlarının

yanı sıra toplumun tavsiyelerini dikkate alan toplumun kullanılacak enerji türü hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 2), uygulama sonrasında ise 12 (DG1: 4, DG2: 6, KG: 2) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan hükümetlerin, uygulama öncesinde 17 (DG1: 8, DG2: 6, KG: 3), uygulama sonrasında ise 25 (DG1: 11, DG2: 7, KG: 7) öğrenci bilim adamları ve mühendislerin tavsiyelerini dikkate alan toplumun kullanılacak enerji türü hakkında karar vermesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 42 (DG1: 10, DG2: 15, KG: 17), uygulama sonrasında ise 33 (DG1: 6, DG2: 13, KG: 14) öğrenci bilim adamları, mühendisler ve bilgilendirilmiş toplumun bir araya gelerek kullanılacak enerji türü hakkında eşit olarak karar vermesi gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir. Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi yedincisi “bilimin ve teknolojinin gelişmesinde önemli bir sürükleyici gücün bireysel, toplumsal ve çevresel ihtiyaçlar olduğunu fark eder” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan otuzuncusunda teknolojik gelişmelerin vatandaşlar tarafından kontrol edilebileceği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin görüşlerinin uygulama öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 133’de sunulmuştur.

Tablo 133. BTTÇ üzerine görüşler formu 30. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Evet, çünkü bilim insanları toplumda yaşayan vatandaşlar arasından yetişir.	9	8	9	7	9	7
P	B	Evet, çünkü teknolojik ilerlemeler hükümet tarafından finanse edilir.	4	3	1	5	2	6
D	C	Evet, çünkü teknoloji tüketicilerin ihtiyaçlarına hizmet eder.	3	8	5	5	6	6
P	D	Evet, ama sadece yeni gelişmeleri kullanıma koyma noktasına gelindiğinde olabilir.	6	5	1	6	6	4
P	E	Evet, organize olmuş insanlar neredeyse her şeyi değiştirebilirler.	0	2	2	3	1	0
N	F	Hayır, vatandaşlar KARIŞAMAZLAR; çünkü ortalama bir vatandaş teknolojik gelişmelerin gerisinde kalır.	1	1	2	0	0	1
N	G	çünkü vatandaşlar, teknoloji geliştirme gücü olanlar tarafından engellenir.	1	0	0	0	0	1
	H	Anlamadım.	1	0	2	1	0	2
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	0	1	0	0	1	0
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	3	1	6	1	4	1

Tablo 133 incelendiğinde, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, KG: 2), uygulama sonrasında da 3 (DG1: 1, KG: 2) öğrencinin teknolojik gelişmelerin vatandaşlar tarafından kontrol edilebileceği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka,

uygulama öncesinde 10 (DG1: 3, DG2: 1, KG: 6), uygulama sonrasında ise 6 (DG1: 1, DG2: 4, KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 1 (DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (DG2: 2) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 4 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (KG: 1) öğrenci ortalama bir vatandaşın teknolojik gelişlerin hızına yetişemeyeceğini, uygulama öncesinde 1 (DG1: 1) öğrenci, uygulama sonrasında da 1 (KG: 1) öğrenci teknoloji geliştirme gücü olanların engellemeleri nedeniyle vatandaşların teknolojik gelişmeleri kontrol edemeyeceklerini ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde uygulama öncesinde 26 (DG1: 9, DG2: 8, KG: 9) öğrenci, uygulama sonrasında da 23 (DG1: 7, DG2: 9, KG: 7) öğrenci bilim adamlarının toplumun içinden yetiştikleri için, uygulama öncesinde 8 (DG1: 4, DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 5, DG2: 2, KG: 6) öğrenci hükümet teknolojiyi finanse ettiği için, uygulama öncesinde 12 (DG1: 6, DG2: 5, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 16 (DG1: 6, DG2: 6, KG: 4) öğrenci yeni gelişmelerin uygulamaya konulabilmesi için ve uygulama öncesinde 4 (DG2: 2, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında da 4 (DG1: 3, DG2: 1) öğrenci organize olmuş insanların her şeyi değiştirebileceğine inandıkları için vatandaşların teknolojiyi kontrol edebileceklerini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 42 (DG1: 10, DG2: 15, KG: 17) öğrenci, uygulama sonrasında ise 33 (DG1: 6, DG2: 13, KG: 14) öğrenci teknolojinin toplumun ihtiyaçlarına paralel olarak şekilleneceğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi yedincisi “bireyin teknoloji geliştirirken veya kullanırken sonuçları hakkında kendine, topluma ve çevreye karşı sorumluluk hissetmesi gerektiğini anlar” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan otuz birincisinde yeni tipte bir nükleer füze geliştirildiğindetopluma avantajlarının ya da dezavantajlarının ağır gelip gelmemesine bağlı olarak kullanıma konulması kararının verilmesi gerektiği önermesi verilmiştir. Verilen önermeye ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 134’de sunulmuştur.

Tablo 134. BTTÇ üzerine görüşler formu 31. önermesine cevap dağılımı

			Öntest			Sontest		
			DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
P	A	Yeni bir teknoloji kullanma kararı esasen topluma faydalı olmasına bağlıdır.	6	13	7	11	13	10
D	B	Karar ne kadar iyi çalışacağına, maliyetine ve etkin olması gibi çok fazla etmene bağlıdır.	9	5	7	11	12	7

N	C	Bakış açısına bağlıdır. Bazı insanlar için avantaj olan bir şey diğerlerine dezavantaj olabilir.	3	3	3	0	2	3
N	D	Yeni teknolojiler kazanç elde etmek amacıyla uygulamaya konmaktadır.	4	5	6	5	1	3
	E	Anlamadım.	4	1	0	0	0	3
	F	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	2	2	2	1	0	1
	G	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	0	3	0	1	1

Tablo 134 incelendiğinde, uygulama öncesinde 5 (DG1: 4, DG2: 1) öğrencinin, uygulama sonrasında ise 3 (KG: 3) öğrencinin yeni bir teknolojinin topluma fayda sağlaması ya da zarar vermesine bağlı olarak karar verilmesi gerektiği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 3 (KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG2: 1, KG: 1) öğrenci yeni bir teknolojinin topluma fayda sağlaması ya da zarar vermesine bağlı olarak karar verilmesi gerektiği yönündeki önermeye ilişkin ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 6 (DG1: 2, DG2: 2, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (DG1: 1, KG: 1) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 9 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG2: 2, KG: 3) öğrenci bakış açısına bağlı olarak avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak yeni bir nükleer füzenin uygulamaya konulmasına karar verilmesi gerektiğini iddia ederek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 15 (DG1: 4, DG2: 5, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 5, DG2: 1, KG: 3) öğrenci kazanç veya güç kazandırma durumu dikkate alınarak yeni bir nükleer füzenin uygulamaya konulmasına karar verilmesi gerektiğini iddia ederek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 26 (DG1: 6, DG2: 13, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 34 (DG1: 11, DG2: 13, KG: 10) öğrenci topluma faydalı olma durumu dikkate alınarak yeni bir nükleer füzenin uygulamaya konulmasına karar verilmesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 12 (DG1: 9, DG2: 5, KG: 7) öğrenci, uygulama sonrasında ise 30 (DG1: 11, DG2: 12, KG: 7) öğrenci iyi çalışma derecesi, maliyet, etkili olma gibi pek çok etmen dikkate alınarak yeni bir nükleer füzenin uygulamaya konulmasına karar verilmesi gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi yedincisi “Ulusal ve uluslararası kalite tescil kuruluşlarının görevlerini bilir ve bunların ürünler üzerinde kullanılan sembollerini tanır” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan otuz ikincisinde bilimsel araştırmaların araştırma şirketleri tarafından kontrol edilmesinin daha iyi sonuçlar vereceği önermesi verilmiştir. Bilimsel araştırmaların araştırma şirketleri tarafından kontrol

edilmesinin daha iyi sonuçlar vereceği önermesine ilişkin görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 135'da sunulmuştur.

Tablo 135. BTTÇ üzerine görüşler formu 32. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
N	A	Şirketler çoğunlukla bilimi kontrol etmelidir: çünkü şirketlerin kontrolü bilimi daha kullanışlı hale getirir.					
		3	2	5	2	1	2
N	B	bu sayede bilim ve teknoloji arasındaki işbirliği artarak problemler birlikte çözülür.					
		6	4	2	1	2	6
N	C	fakat kamu ya da hükümet ajansları bilimin gidişinde söz sahibi olmalıdır.					
		5	1	0	4	1	2
D	D	Şirketler çoğunlukla bilimi kontrol etmemelidir: çünkü halkın faydalanacağı önemli bilimsel buluşlar engelsiz bilim tarafından yapılır.					
		1	1	3	7	1	2
P	E	çünkü şirketler kendi çıkarlarına olmayan olayların araştırılmasını engeller.					
		3	5	6	6	9	5
N	F	Bilim insanları bile neyin keşfedilebileceğini kontrol edemez.					
		3	0	0	1	1	1
	G	Anlamadım.					
		5	11	11	6	11	7
	H	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.					
		1	4	0	0	1	3
	I	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.					
		1	1	1	1	2	0

Tablo 135 incelendiğinde, uygulama öncesinde 27 (DG1: 5, DG2: 11, KG: 11), uygulama sonrasında ise 24 (DG1: 6, DG2: 11, KG: 7) öğrencinin bilimsel araştırmaların özel şirketler tarafından kontrol edilmesi gerektiği yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1), uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, DG2: 2) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 5 (DG1: 1, DG2: 4) öğrenci, uygulama sonrasında ise 4 (DG1: 1, KG: 3) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 10 (DG1: 3, DG2: 2, KG: 5) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 2, DG2: 1, KG: 2) öğrenci daha hızlı iletişim, finansman ve rakabet sayesinde daha çabuk buluş yapılabilceğini, uygulama öncesinde 12 (DG1: 6, DG2: 4, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 9 (DG1: 1, DG2: 2, KG: 6) öğrenci bilim ve teknoloji arasındaki iş birliğinin artabileceğini ve yine uygulama öncesinde 6 (DG1: 5, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 7 (DG1: 4, DG2: 1, KG: 2) öğrenci şirketlerin yanı sıra toplum ve hükümet ajanslarının da söz sahibi olmasının bilimin iyiye gitmesine neden olacağını ileri sürerek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 3 (DG1: 3) öğrenci, uygulama sonrasında da 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci bilim insanlarının yapacakları keşiflerin kontrol edilemeyeceğini gerekçe göstererek bilimin şirketler tarafından kontrol edilemeyeceğini belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 14 (DG1: 3, DG2: 5, KG: 6) öğrenci, uygulama sonrasında ise 20 (DG1: 6, DG2: 9, KG: 5) öğrenci

şirketlerin kendi çıkarlarına olmayan gerçekleri saklayacaklarını gerekçe göstererek bilimin şirketler tarafından kontrol edilmemesi gerektiğini belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 5 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 3) öğrenci, uygulama sonrasında ise 10 (DG1: 7, DG2: 1, KG: 2) öğrenci toplumun yararına olan buluşların yapılabilmesi için şirketler tarafından sınırlandırılmayan bilimsel araştırmaların yapılması gerektiğini gerekçe göstererek bilimin şirketler tarafından kontrol edilmemesi gerektiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

Biyoloji öğretim programı BTTÇ becerileri kazanımları başlığı altında yer alan kazanımlardan yirmi yedincisi “Günlük yaşamında kullandığı her türlü tüketim mallarına ilişkin olarak fayda, kalite ve maliyet anlayışı geliştirir” biçiminde ifade edilmiştir. BTTÇ üzerine görüşler formunda yer alan sorulardan otuz üçüncüsünde bir şeyin (örneğin, bir reklam) doğru ya da yanlış olduğuna karar verme ve anlama noktasında güven kazandıran fen dersleri sayesinde daha iyi bir tüketici haline gelindiği önermesi verilmiştir. Bir şeyin (örneğin, bir reklam) doğru ya da yanlış olduğuna karar verme ve anlama noktasında güven kazandıran fen dersleri sayesinde daha iyi bir tüketici haline gelindiği önermesine ilişkin öğrenci görüşlerinin uygulamalar öncesinde ve sonrasında dağılımı Tablo 136’da sunulmuştur.

Tablo 136. BTTÇ üzerine görüşler formu 33. önermesine cevap dağılımı

		Öntest			Sontest		
		DG1	DG2	KG	DG1	DG2	KG
	Fen dersleri beni iyi bir tüketici yapar:						
P	A	çünkü fen bana değerli gerçekler ve fikirler sunar.	3	1	2	1	1
P	B	çünkü fen bilimsel metodu öğretir.	3	3	1	1	3
P	C	çünkü fen gerçekleri ve bilimsel metodu öğretir.	0	0	0	1	3
D	D	çünkü ürünler fen derslerinin bir parçasıdır.	5	5	2	4	2
	Fen dersleri beni iyi bir tüketici YAPMAZ:						
N	E	yine de fen gerçekleri ve bilimsel metodu öğretir.	1	6	2	4	0
N	F	çünkü tüketiciler başka etmenlerden etkilenirler.	2	1	0	1	0
N	G	çünkü fen dersleri tüketicilerle ilgili değildir.	5	6	8	6	6
	H	Anlamadım.	8	4	13	10	14
	I	Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.	1	1	0	0	0
	J	Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.	0	2	0	0	2

Tablo 136 incelendiğinde, uygulama öncesinde 25 (DG1: 8, DG2: 4, KG: 13), uygulama sonrasında ise 31 (DG1: 10, DG2: 14, KG: 7) öğrencinin fen derslerinin daha iyi bir tüketici olamaya yardımcı olduğu yönündeki önermeyi anlamadıklarını belirttikleri görülmektedir. Bundan başka, uygulama öncesinde 2 (DG2: 2), uygulama sonrasında ise 3 (DG2: 2, KG: 1) öğrenci ileri sürülen seçeneklerden hiçbirinin kişisel görüşünü yansıtmadığını belirtmiştir. Ayrıca, uygulama öncesinde 2 (DG1: 1, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 2 (KG: 2) öğrenci seçenekler arasında bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip olmadığını belirtmiştir. Öte yandan, uygulama öncesinde 9 (DG1: 1, DG2: 6, KG: 2)

öğrenci, uygulama sonrasında da 9 (DG1: 4, KG: 5) öğrenci fen derslerinin değerli gerçekleri ve bilimsel metodu öğretmesine rağmen iyi bir tüketici olma konusunda yardımcı olmadığını ve yine uygulama öncesinde 3 (DG1: 2, DG2: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 1 (DG1: 1) öğrenci fen derslerinden çok ailelerin ve yetiştirme tarzının iyi bir tüketici olma noktasında etkili olduğunu ifade ederek naif görüş bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 19 (DG1: 5, DG2: 6, KG: 8) öğrenci, uygulama sonrasında ise 15 (DG1: 6, DG2: 6, KG: 3) öğrenci fen derslerinin gerçek dünya ile ilgili olmadığını belirterek naif görüş bildirmiştir. Dahası, uygulama öncesinde 6 (DG1: 3, DG2: 1, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 3 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 1) öğrenci fen derslerinin değerli gerçekleri ve fikirleri sunması nedeniyle daha iyi bir tüketici haline gelmelerine yardımcı olduğunu belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Benzer biçimde, uygulama öncesinde 7 (DG1: 3, DG2: 3, KG: 1) öğrenci, uygulama sonrasında ise 5 (DG1: 1, DG2: 1, KG: 3) öğrenci fen derslerinin bilimsel metodu öğretmesinin ve uygulama sonrasında 4 (DG1: 1, DG2: 3) öğrenci fen derslerinin değerli gerçeklerin yanı sıra bilimsel metodu öğretmesi nedeniyle daha iyi bir tüketici haline gelmelerine yardımcı olduğunu belirterek doğruluk payı olan görüşler bildirmiştir. Son olarak, uygulama öncesinde 12 (DG1: 5, DG2: 5, KG: 2) öğrenci, uygulama sonrasında ise 33 (DG1: 4, DG2: 2, KG: 6) öğrenci pazardaki ürünler ile ilgili şeylerin derslerinin bir parçası olması nedeniyle fenin kendilerinin daha iyi bir tüketici haline getirdiğini ifade ederek gerçekçi görüş belirtmiştir.

4.4.2. BTTÇ Testi Verileri İçkin İstatistiksel Analiz Bulguları

Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında BTTÇ testi aracılığıyla ortaya çıkarılan görüşleri yapısalıcı öğrenme, bilgisayar destekli öğrenme ve geleneksel öğrenme yaklaşımlarının uygulandığı DG1, DG2 ve KG arasında BTTÇ görüşleri bakımından karşılaştırılma yapılabilme üzere puana dönüştürülmüştür. Öncelikle, BTTÇ testinde yer alan her bir soruda görüş bildiren öğrencilerin ileri sürmüş oldukları naif, doğruluk payı olan ve gerçekçi görüşlere ait frekanslar uygulama öncesinde ve sonrasında ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalardan elde edilen frekans dağılımı Tablo 137' de sunulmuştur.

Tablo 137. BTTÇ üzerine görüşler formunda belirtilen görüşlerin dağılımı

		G*	DG1			DG2				KG			
			D	N	A	G	D	N	A	G	D	N	A
1	Öntest	2	2	23	1	7	5	15	2	4	3	20	1
	Sontest	9	2	16	1	5	2	22	0	2	1	22	3
2	Öntest	8	8	9	3	5	8	12	4	6	10	8	4
	Sontest	6	11	10	1	1	16	11	1	10	7	9	2
3	Öntest	7	2	17	2	2	2	18	7	5	1	20	2

	Sontest	5	1	20	2	5	0	23	1	5	1	19	3
4	Öntest	2	0	23	3	4	0	24	1	1	0	22	5
	Sontest	1	0	26	1	0	0	26	3	3	0	23	2
5	Öntest	7	0	15	6	10	0	14	5	4	0	20	4
	Sontest	3	0	23	2	4	0	24	1	6	0	16	6
6	Öntest	15	0	7	6	18	0	8	3	14	0	9	5
	Sontest	22	0	5	1	25	0	3	1	17	0	6	5
7	Öntest	7	16	0	5	6	19	1	3	6	20	0	2
	Sontest	10	18	0	0	6	20	1	2	6	19	0	3
8	Öntest	12	10	5	1	9	6	9	5	6	12	9	1
	Sontest	12	7	7	2	10	7	10	2	9	9	5	5
9	Öntest	3	16	6	3	7	16	4	2	2	16	6	4
	Sontest	3	23	0	2	6	21	0	2	4	15	6	3
10	Öntest	1	6	17	4	0	6	21	2	1	5	19	3
	Sontest	0	11	17	0	0	12	15	2	0	8	17	3
11	Öntest	12	8	6	2	10	8	8	3	6	14	6	2
	Sontest	9	9	10	0	7	12	10	0	13	7	7	1
12	Öntest	4	3	15	6	6	6	11	6	7	6	8	7
	Sontest	5	8	12	3	8	12	4	5	7	2	14	5
13	Öntest	1	15	11	1	2	9	16	2	1	14	12	1
	Sontest	2	13	12	1	0	17	12	0	1	16	8	3
14	Öntest	11	15	0	2	10	15	0	4	11	15	1	1
	Sontest	8	16	1	3	5	21	0	3	9	16	0	3
15	Öntest	1	2	24	1	0	6	21	2	1	2	23	2
	Sontest	1	1	26	0	2	0	26	1	0	4	23	1
16	Öntest	5	11	10	2	6	10	11	2	7	6	15	0
	Sontest	5	9	12	2	10	7	12	0	8	7	10	3
17	Öntest	6	6	13	3	7	10	8	4	7	8	9	4
	Sontest	3	14	10	1	2	15	8	4	5	8	13	2
Tablo 137'nin devamı													
18	Öntest	11	11	4	2	10	8	7	4	11	8	8	1
	Sontest	8	7	10	3	5	8	13	3	9	9	7	3
19	Öntest	3	10	11	4	2	7	19	1	8	6	11	3
	Sontest	5	10	11	2	9	10	9	1	2	8	15	3
20	Öntest	1	15	11	1	0	18	11	0	2	16	10	0
	Sontest	1	13	14	0	3	12	14	0	1	18	8	1
21	Öntest	6	4	8	10	7	6	8	8	4	3	8	13
	Sontest	9	9	6	4	7	12	3	7	7	5	11	5
22	Öntest	15	11	1	1	16	10	2	1	14	12	2	0
	Sontest	17	7	3	1	19	9	1	0	16	9	3	0
23	Öntest	10	11	5	2	15	6	5	3	17	4	7	0
	Sontest	6	14	8	0	13	7	8	1	14	6	7	1
24	Öntest	0	5	19	4	0	4	22	3	1	6	17	4
	Sontest	0	4	24	0	1	9	18	1	0	7	17	4
25	Öntest	17	2	8	1	13	1	13	2	20	2	6	0
	Sontest	20	2	6	0	21	2	5	1	14	1	12	1
26	Öntest	1	9	16	2	0	4	18	7	0	12	14	2
	Sontest	0	8	18	2	0	12	16	1	0	9	16	3
27	Öntest	3	11	13	1	4	13	11	1	3	7	17	1
	Sontest	5	7	15	1	3	8	18	0	6	10	10	2
28	Öntest	10	11	5	2	15	6	5	3	17	4	7	0
	Sontest	6	14	8	0	13	7	8	1	14	6	7	1
29	Öntest	10	12	4	2	15	11	0	3	17	9	2	0
	Sontest	6	18	4	0	13	15	0	1	14	13	0	1
30	Öntest	3	19	2	4	8	18	1	2	5	13	2	8
	Sontest	5	21	0	2	6	18	0	5	6	17	2	3
31	Öntest	9	6	7	6	5	13	8	3	7	7	9	5
	Sontest	11	11	5	1	12	13	3	1	7	10	6	5

32	Öntest	1	3	17	7	1	5	7	16	3	6	7	12
	Sontest	7	6	8	7	1	9	5	14	2	5	11	10
33	Öntest	5	6	8	9	5	4	13	7	2	3	10	13
	Sontest	4	3	11	10	2	5	6	16	6	4	8	10
T	Öntest	209	266	340	109	225	260	351	121	220	250	344	110
	Sontest	214	297	358	55	224	318	334	81	223	257	338	106

*G: Gerçekçi, D: Doğruluk payı olan, N: Naif, A: Alternatif

BTTÇ testinde yer alan önermelere karşı ifade bulan öğrenci görüşlerinin toplam frekansları incelendiğinde hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında her üç grupta da öğrencilerin büyük çoğunluğunun önermeleri anladıkları görülmektedir. Ek olarak, öğrencilerin kendilerini önermelere karşı görüşlerini bildirebilecek düzeyde bilgi sahibi olarak gördükleri belirlenmiştir. Öğrencilerin seçeneklerde sunulan görüşlerin kendi görüşlerini yansıttığını belirttikleri görülmektedir. Öğrenciler en fazla oranda bilimin doğası bakımında geçerli olmayan naif görüşler birdirmiştir. İkinci sırayı geçerliliği olan ancak bilimin doğası bakımından gerçekçi olmayan noktalara işaret eden doğruluk payı olan görüşler almıştır. Öğrenciler, en az sayıda bilimin doğası bakımından gerçekçi olan görüşleri ifade etmiştir.

Araştırma süresince yürütülen farklı öğretimsel anlayışların öğrencilerin BTTÇ görüşlerine uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında etkilerini belirlemek amacıyla gruplar arası karşılaştırmalar yapabilmek üzere BTTÇ testinden elde edilen frekanslar puanlanmış ve verilere içkin istatistiksel analiz uygulanmıştır. Öğrencilerin BTTÇ testinde yer alan her bir soru için belirttikleri gerçekçi görüşler 3 puan, doğruluk payı olan görüşler 2 puan ve naif görüşler ise 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Anlamadım, cevap vermek için yeterli bilgiye sahip değilim ve seçeneklerin hiç biri görüşümü yansıtmıyor biçiminde belirtilen görüşlere ise puan verilmemiştir. Biyoloji öğretim programında yer verilen otuz üç farklı BTTÇ kazanımı için ortalama değerler hesaplanmış ve elde edilen verilere uygulanacak olan istatistiksel test yönteminin belirlenebilmesi için istatistiksel varsayımları sınavıcı testler yürütülmüştür. Hesaplama sonucu her bir kazanım için elde edilen ortalamalar, standart sapma ve istatistiksel varsayımları sınavıcı test sonuçları Tablo 138'de sunulmuştur.

Tablo 138. BTTÇ üzerine görüşler formu varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
Toplam	Öntest	85	53.518	9.922	0.558	0.574	0.079	0.200*	Parametrik
	Sontest	85	55.965	9.149	2.254	0.111	0.091	0.082	

BTTÇ kazanımları görüş ortalamalarının hem uygulama öncesinde ve sonrasında hem de çalışmada oluşturulan gruplar bazında karşılaştırılmasında kullanılacak istatistiksel

yöntemlerin belirlenmesi için parametrik test varsayımları sınanmıştır. Parametrik testlerin uygulanabilmesi için gerekli üç varsayım bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan istatistiksel bağımsızlık öğrencilerin gerek öntest gerekse sontest uygulamalarının her birine bağımsız olarak katılması ile gerçekleştirilmiştir. İkinci olarak, verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov (KS) testi yürütülerek sınanmıştır. KS test değerlerinin anlamlılık düzeyleri dikkate alındığında, BTTÇ testi görüş ortalamalarının hem öntest hem de sontestte normal dağılım eğrisine uygun olarak dağılmadığı bu nedenle parametrik olmayan dağılım gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Öte yandan, BTTÇ testinde yer alan önermelerin tamamından elde edilen toplam değere uygulanan KS testi sonucunun elde edilen anlamlılık değeri toplam değerlerin hem öntest hem de sontestte normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Son olarak, toplam görüş ortalamalarına Levene sınaması uygulanarak eşit varyanslılık varsayımı sınanmıştır. Hem öntest için 0.558 olarak hesaplanan levene istatistiğinin hem de son test için 2.254 olarak hesaplanan levene istatistiğinin anlamlılık düzeyinin 0.05'den büyük olması nedeniyle eşit varyanslılık varsayımının da toplam görüş ortalamaları için yerine getirildiği anlaşılmıştır. İstatistiksel bağımsızlık, normal dağılım ve eşit varyanslılık varsayımlarının sağlanması nedeniyle toplam görüş ortalamalarına parametrik testlerin, BTTÇ kazanımları görüş ortalamalarına ise parametrik olmayan testlerin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmada oluşturulan gruplardan her birinde ayrı ayrı uygulanan yapılandırmacı aktivitelerin, bilgisayar destekli etkinliklerin ve geleneksel yöntemin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla hangi düzeyde etkili olduğunun araştırılması için DG1, DG2 ve KG'den elde edilen BTTÇ kazanım ortalamalarına Wilcoxon işaretli sıralar testi (Z) testi, toplam görüş ortalamalarına ise bağımlı t-testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar Tablo 139'da sunulmuştur.

Tablo 139. BTTÇ üzerine görüşler formu ortalamalarının karşılaştırılması

			Öntest		Sontest		Z / t	
			N	$\bar{X}/R\bar{X}$	$SS/R\sum$	$\bar{X}/R\bar{X}$	$SS/R\sum$	Değer
Toplam	DG1	28		53.536	10.769	56.929	7.995	-1.285
	DG2	29		53.310	10.121	56.621	8.504	-1.329
	KG	28		53.714	9.165	54.321	10.829	-0.211

*0.05 anlamlılık düzeyi

Tablo 139 incelendiğinde, BTTÇ kazanım ortalamalarına uygulanan Wilcoxon işaretli sıralar testinden elde edilen Z değerlerinin anlamlılık düzeylerinin çalışma süresince farklı gruplarda yapılan uygulamaların uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla ekseriyetle istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık meydana getirmediğine işaret ettiği

anlaşılmaktadır ($p>0.05$). Ancak, bireysel ve toplumsal ihtiyaçların karşılanmasında bilimin rolünü anlama ile ilgili birinci kazanım ve biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varma ile ilgili yedinci kazanıma yönelik önermeler karşısında ifade edilen görüşlerde yapılandırmacı aktivitelerin uygulandığı DG1’da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yine, yeni bir bulgu ortaya çıktığında mevcut bilimsel bilginin test edilerek sınındığını, düzeltildiğini veya yenilendiğini fark etme ile ilgili altıncı kazanım, farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin ve biyoloji biliminin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklama ile ilgili on dokuzuncu kazanım, teknolojik ürün ve sistemleri kullanarak doğal kaynaklar, canlılar ve habitatların nasıl korunabileceğini, yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının nedenlerini ve etkilerini idrak etme ile ilgili yirmi beşinci kazanım, yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının olası çözüm yollarını tartışma ile ilgili yirmi altıncı kazanım ve bireyin teknoloji geliştirirken veya kullanırken sonuçları hakkında kendine, topluma ve çevreye karşı sorumluluk hissetmesi gerektiğini anlama ile ilgili otuz birinci kazanıma ilişkin önermeler karşısında ifade edilen görüşlerde bilgisayar destekli etkinliklerin uygulandığı DG2’da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilirken, bilimsel bilginin değişiminde kanıtların, teorilerin ve/veya paradigmaların rolünü açıklama ile ilgili dördüncü kazanım ve günlük yaşamında kullandığı her türlü tüketim mallarına ilişkin olarak fayda, kalite ve maliyet anlayışı geliştirme ile ilgili otuz üçüncü kazanıma ilişkin önermeler karşısında ifade edilen görüşlerde bilgisayar destekli etkinliklerin uygulandığı DG2’da uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir azalış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ancak, geleneksel yöntemin benimsendiği KG’da önermeler karşısında ifade edilen görüşler bakımından uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). BTTÇ kazanım ortalamalarından farklı olarak, toplam görüş ortalamalarına uygulanan t-testi sonuçları uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla DG1, DG2 ve KG öğrencilerinin BTTÇ görüşleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymaktadır ($p>0.05$). Yani, yapılandırmacı, bilgisayarla öğretim ve geleneksel yöntemin uygulandığı gruplardaki öğrencilerin uygulama sonrasında sahip oldukları BTTÇ görüşleri uygulama öncesinden farklı değildir. Uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla BTTÇ görüşlerindeki değişimlerinin test edilmesinin ardından, uygulama öncesinde ve sonrasında gruplar arasında BTTÇ görüşleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla BTTÇ kazanım ortalamalarına Kruskal Wallis (H) testi,

toplam BTTÇ görüş ortalamalarına ise varyans analiz (F) testi uygulanmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlar Tablo 140'de sunulmuştur.

Tablo 140. BTTÇ üzerine görüşler formu gruplar arası karşılaştırılması

		DG1	$\bar{X}/R\bar{X}$ DG2	KG	Varyans Analizi H/F p		Post Hoc
Toplam	Öntest	53.536	53.310	53.714	0.012	0.988	
	Sontest	56.621	54.321	55.965	0.676	0.511	

*0.05 anlamlılık düzeyi

Tablo 140 incelendiğinde, BTTÇ kazanımları görüş ortalamalarına uygulanan H testi değerlerinin anlamlılık değerleri dikkate alındığında uygulama öncesinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Sadece, yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının olası çözüm yollarını tartışma ile ilgili yirmi altıncı kazanımın görüş ortalamasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Farklılığın uygulama sonrasına etkisini belirlemek amacıyla yirmi altıncı kazanım görüş ortalamasına kovaryans analiz testinin parametrik olmayan verilere uygulanan karşılığı olan Quade kovaryans analiz (Q) testi uygulanmıştır. Öte yandan, toplam görüş öntest ortalamalarına uygulanan varyans analizi testinden elde edilen değerlerin anlamlılık düzeyinin de uygulama öncesinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığına işaret ettiği ortaya çıkarılmıştır.

Uygulamalar sonrasında ise, BTTÇ kazanım ortalamalarına uygulanan H testi değerlerinin istatistiksel anlamlılık düzeyinin bir, on dokuz ve yirmi dokuzuncu kazanımlar dışında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa işaret etmediği sonucuna varılmıştır. Farklılığın anlamlı bulunduğu bir, on dokuz ve yirmi dokuzuncu kazanımlara post hoc analizi uygulanmıştır. Uygulanan post hoc analizi, yapılandırmacı aktivitelerin ve bilgisayar destekli etkinliklerin geleneksel yöntemle oranla bireysel ve toplumsal ihtiyaçların karşılanmasında bilimin rolünü anlama ile ilgili kazanım görüş ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini ortaya çıkarmıştır. Bundan başka, analiz sonuçları bilgisayar destekli etkinliklerin geleneksel anlayışa oranla farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin ve biyoloji biliminin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklama ile ilgili kazanım görüş ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini de ortaya koymuştur. Ayrıca, analiz sonuçları bilgisayar destekli etkinliklerin ve geleneksel anlayışın yapılandırmacı aktivitelerle oranla insanların ve toplumun çevreyi nasıl etkilediğine örnekler verme ile ilgili kazanım görüş ortalamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini de ortaya koymuştur. Öte yandan, yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının olası çözüm yollarını tartışma ile ilgili yirmi altıncı kazanım görüş ortalamalarına uygulanan

Quade testi sonuçları uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı her hangi bir farklılık olmadığını sonuç vermiştir. Yani, öntest uygulamalar öncesinde yirmi altıncı BTTÇ kazanımı ortalamalarında KG aleyhine olan istatistiksel olarak anlamlı farklılık dikkate alınarak yürütülen parametrik olmayan Quade kovaryans analizi testi sonucuna göre araştırma boyunca yürütülen yapılandırmacı aktiviteler, bilgisayar destekli etkinlikler ve geleneksel yöntemler öğrencilerin yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının olası çözüm yollarını tartışma ile ilgili görüşlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik meydana getirememiştir. Son olarak, toplam görüş ortalamalarına uygulanan varyans analizi sonucunda elde edilen F testi değerinin anlamlılık değeri uygulama sonrasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, 2008 ortaöğretim 10. sınıf biyoloji dersi öğretim programında yer alan HBÜÜ'nin öğretiminde öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla öğretim programı kazanımlarına erişim düzeyi üzerine etkisini inceleme olarak belirlenmiştir. Bu bölümde elde edilen bulgular, çalışmanın alt amaçlarına yönelik olarak tartışılmıştır.

İlk olarak, “öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla HBÜÜ ile ilgili 10. sınıf öğrencilerinin bilişsel kazanımlara erişim düzeyleri üzerine etkinliği” olarak ifade edilen araştırmanın birinci alt problemi ile ilgili elde edilen bulgular tartışılmıştır. İkinci olarak, çalışma kapsamında hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöntemle oranla İBTD kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkililiğini konu alan araştırmanın ikinci alt problemi ile ilgili elde edilen bulgular tartışılmıştır. Üçüncü olarak, uygulamaların öğrencilerinin BABS becerileri kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkililiğini konu alan araştırmanın üçüncü alt problemi ile ilgili elde edilen bulgular tartışılmıştır. Son olarak, uygulamaların öğrencilerinin BTTÇ kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkililiğini konu edinen araştırmanın dördüncü alt problemi ile ilgili elde edilen bulgular tartışılmıştır.

5.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Tartışma

Çalışma kapsamında biyoloji öğretim programı HBÜÜ bilişsel kazanımlarının kapsadığı kazanımlar dikkate alınarak hazırlanan hücre bölünmeleri ve üreme kavramı teşhis testi, öğrencilerin hücre bölünmeleri ve üreme konusundaki alternatif kavramlarını belirleme ve anlama noktasında uygulanabilir bir yaklaşım sağlamış olarak görülmektedir. İki aşamalı çoktan seçmeli kavram teşhis testi, öğrencilerin büyük bir oranının (a) üreme hücrelerinin oluşumunu ve döllenme mekanizmasını kavrayamadıklarını, (b) değişik ortamlara uyum sağlamak için her türden canlının genetik varyasyon geçirmesinin kaçınılmaz olduğunu kavrayamadıklarını, (c) hücredeki kromozom sayısını genetik varyasyondan sorumlu olarak gördüklerini, (d) karakterlerin ortaya çıkmasında teleolojik (teleological) ve antropomorfik (anthropomorphic) görüş gösterdiklerini, (e) kazanılmış karakterlerin ve kalıtsal bilginin aktarımı ile ilgili çevrelerdeki örnekleri çok az kavrayabildiklerini gösteren veriler sunmaktadır. Aynı zamanda, bu çalışma ortaöğretim öğrencilerinin öğretim sonrasında bile hücre bölünmeleri ve üreme konusunda alternatif kavramlara sahip olmaya devam ettiklerini gösteren kanıtlar sağlamaktadır. Teşhis testinden elde edilen bu

sonuçlar, hücre bölünmesi türü ve genetik bilgi arasında ilişki kurmakta zorlanan öğrenciler ile prokaryotlardaki eşeyli ve eşeysiz üreme ile ilgili anlama yetersizlikleri yaşayan öğrencilerin dirençli kavram yanılgıları taşıdığına işaret etmektedir. Bu kavram yanılgılarının üreme sistemi, büyüme ve gelişme, kalıtım, genetik ve evolusyon konuları ile ilgili diğerkavram yanılgıları ile ilişkili oldukları anlaşılmaktadır.

Hücre bölünmeleri ve üreme konusunda gerçekleştirilen bu çalışmanın bulguları ğrenci kavramları ile bilimsel kavramlar arasında karışıklık ve uyumsuzluğadenen olan anlaşmazlıkları yansıtmaktadır. Kavram yanılgıları genellikle mitoz veya mayozun genel işlevlerini (büyüme ve onarma, remeye hazırlık) anlamlandıramama ve grselleştirmeme gibi soyut işlem gerektiren kavramlar ile ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır (Lewis ve Kattmann 2004; Lewis ve Wood Robinson 2000; Lewis ve diğ., 2000a, 2000b). Bu durum, öğrenme-öğretme ortamlarında belirlenen alternatif anlamalara yönelik daha görsel temelli etkinliklerin dâhil edilmesi durumunda kavram yanılgılarının azaltılabileceğini ve/veya ortadan kaldırılabileceğini göstermektedir. Başka bir ifade ile posterler, resimler, modeller ve bilgisayarla ğretim programları doğru ğrenci anlamaları inşa etme potansiyeline sahiptir. Nitekim alışmamızda yer verilen hem yapısalcı öğrenme aktivitelerinin hem de bilgisayarla öğrenme etkinliklerinin ğrencilerin HB kavramları üzerine uygulama öncesine oranla olumlu yönde etki ettikleri belirlenmiştir. Hücre bölünmeleri ve üreme kavramları ile ilgili bilimsel olarak doğru anlamaların oluşabilmesi için formal operasyonların gerekli olması öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olmalarının nedenleri arasında gösterilmektedir (Dougherty, 2010; Duncan, Rogat ve Yarden, 2009; Mbajiorgu, Ezechi ve Idoko, 2006).

Bu çalışmada, öğrencilerin karakterlerin geçişinde ve ortaya çıkması ile ilgili nedenlerinde teleoloji olarak bilinen açıklamalar kullandıkları bulunmuştur. Teleolojik açıklamalar bir nesneyi, hareketi veya olayı belirli bir amacı ya da işlevi yerine getirmek üzere yönlenmiş varsayımıyla tanımlamadır. Teleolojik bakış açısıyla varlıkların mekanik etkileşimlerin ötesinde ve üzerinde gerçekleşebilen amaç ve işlevlerinin var olduğu kabul edilir (Keil 2006; Leunissen 2010). Bilimsel açıdan, biyoloji bir doğal fenomenin aıklamasıymış gibi tasarım, amaç ve yararlılık ifadelerini kullanan teleolojik ifadelerin sunulmasına kısmen meyilli bir alandır. Bu teleolojik ifadeler, genel algıyı veya ortada olması gerekeni temsil ediyor olarak görünür. Bu durumda, “bir bakteri konjugasyonla rer yleyse daha fazla adaptasyon kapasitesi elde eder ve böylece hayatta kalma şansını artırır” ifadesi mantıklı bir açıklama olarak görünür. Aynı zamanda, bu türden öğretimsel açıklamalar buluşsal pedagojik değere sahip olarak görünür (Zohar ve Ginossar, 1998). Ancak, animist, antropomorfik ve teleolojik formüller yolu ile kişiselleştirmelerin kullanılması öğrencileri

yanlış yönlendirerek alternatif kavramların gelişmesini besleyebilir (Kallery ve Psillos, 2004; Talanquer, 2007).

Animizm öğrencilerin objeleri yaşıyor ya da bilinçlilermiş gibi kabul etmek zorunda olma eğilimlerini kastederken antropomorfizm insan dışı varlıklara ve cansız objelere sadece yaşam gibi insan özelliklerini değil neden, hissetme, isteme gibi diğer insan özelliklerine de atfetme eğilimidir (Kallery ve Psillos 2004). Tamir ve Zohar (1991), teleolojiyi antropomorfizmin özel bir durumu olarak kabul etmektedir. Hampel (1965) tarafından ifade edildiği üzere, teleolojik açıklamalar bir bakıma ilgilendiğimiz fenomeni gerçekten anlıyormuş gibi hissetmemizi sağlar. Çünkü amaçlar ve niyetler kullanılarak yapılan açıklama bizim alışık olduğumuz kendi amaçlı hareketlerimize bakış açımızla örtüşmektedir. Tautolojik (öğretilenlerin gereksiz yere tekrar edilmesi) ve teleolojik açıklamalar belirli bir yapı ya da süreçten kaynaklanan yararın yeterli bir açıklama olduğuna ve böylelikle onun için geçerli olabilecek bir mekanizma aramaya ihtiyaç olmadığını ima eder durumda görünmektedir. Aynı zamanda, teleolojik açıklamaların kabul edilmesi insan dışı varlıklara ya da farklı organlara bilinç atfederek yanılgıya düşme durumuna da atıfta bulunur (Tamir ve Zohar, 1991). Teleolojik ve nedensel açıklamalar iki farklı fenomendir. Teleolojik açıklamalar nedensel açıklamalara kıyasla daha çabuk edinilebilirken, nedensel açıklamalar daha karmaşıktır ve derinlemesine ve geniş uygulamalar gerektirir (Yip, 2009).

Mayr (1997)'e göre, her biyolojik fenomen ya da süreç bir işlevsel veya fizyolojik açıklama ve bir evrimsel açıklama içermektedir. İşlevsel açıklamalar, temel olarak “nasıl” sorusuna cevap vererek sürecin nasıl çalıştığının altında yatan mekanizmayı gerekli kılar. Diğer taraftan, evrimsel açıklamalar genellikle organizmaların hayatta kalmak için gösterdikleri adaptasyonlar ile ilgili “neden” sorusuna cevap verir (Abrams, Southerland ve Cummins, 2001; Nunn, 1988). Bu nedenle, biyolojide ortaya çıkan her problemin doğru cevabının belirlenmesinde nedenselliğin çoklu aşamalarından kaynaklanan bir doğal sorun mevcuttur. Öğrenciler, bir biyolojik sürecin yürütülmesi ile ilgili mekanizma hakkındaki nasıl ve neden sorularına cevap verirken, oldukça yaygın bir biçimde nedensel açıklamaların yerine teleolojik açıklamaları kullanır. Nedensel ve teleolojik açıklama arasındaki ayrımın yapılamaması biyoloji öğretimine özgü kavram yanılgılarının nedeni olarak görülmektedir (Tamir, 1985; Jungwirth, 1975).

Hücre bölünmeleri ve üreme ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesi, anlamlı problem çözme için öğrenciye erişilebilir kılmak için hayati önem taşımaktadır. Dahası, öğrenciye bilimsel problemlerin çözümü için gerek duyulan doğru kavramsal bilgileri sağlayacak olan stratejilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Yaygın olarak taşınan kavram yanılgılarını değerlendiren teşhis testlerinin geliştirilmesi öğretmenlere öğrencilerinin

biyoloji öğrenmelerini geliştirmek için bir yol açmaktadır. Belirli bir konunun başlangıcında ya da tamamlanmasından sonra iki uçlu teşhis testi kullanarak, öğretmenler çalışılan belirli bir konudaki her hangi bir alternatif kavramın varlığı ve öğrenci bilgisinin doğası ile ilgili olarak daha derin bilgi edinebilirler (Griffard ve Wandersee, 2001; Treagust ve Chandrasegaran, 2007). Bir defa kavram yanlışları kolaylıkla belirlendiğinde, öğretmen öğrencilerin kavram yanlışlarını hedef alan alternatif öğrenme yaklaşımları geliştirerek daha fazla problemi ortadan kaldırma eğiliminde olacaktır. Sonuç olarak, sitoloji, histoloji, fizyoloji, genetik ve ekoloji üzerine anlamları kapsayan kolay puanlanabilir geçerli ve güvenilir bir kağıt-kalem testinin varlığı öğretmenlere öğrencilerinin biyoloji anlamalarını daha iyi değerlendirmelerini sağlayacaktır.

Öğrencilerin hücre bölünmeleri ve üreme konusu ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek üzere geliştirilen kavram teşhis testinden uygulamalar başlamadan önce elde edilen veriler öğrencilerin hücre bölünmeleri ve üreme konusu ile ilgili kavramsal anlamalarına ilişkin uygulama öncesinde genel anlamda bir farklılığa işaret etmemiştir. Uygulama sonunda elde edilen veriler uygulama öncesinde elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında yapısalcı aktivitelerin, bilgisayarla öğretim etkinliklerinin ve geleneksel öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir. Bu nedenle, çalışmada elde edilen bulgular uygulanan yapısalcı aktivitelerin (Haras, 2009; Krawczyk, 2007; Riemeier ve Gropengieer, 2008), bilgisayarla öğretim etkinliklerinin (Demir, 2004; Wynne ve diğ., 2001; Yüksel, 2010) ve geleneksel öğretimin (Krüger ve diğ., 2006) öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırdığı yönünde bulgulara ulaşılan çalışmalar ile uyum içerisinde.

Yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı öğrenme ortamlarında öğrencilerin hücre bölünmeleri ve üreme konusundaki kavramsal anlamalarının artmış olması öncelikle her üç öğretim yönteminin de kavram öğretimi konusunda başarılı olduğunu göstermektedir. Geleneksel öğretim yöntemi her ne kadar sunulan bilgilerin bilinmesinin istenmesi ve çoğunlukla öğrencileri ezbere yönlendirmesi nedeni ile eleştiriliyor olsa da öğrencilerin bildikleri ve başarılı oldukları bir yöntem olması nedeniyle kavramsal anlamalar üzerinde etkili olmuştur (Bülbül, 2010; Odom ve Kelly, 2001). Bilgisayarla öğretim etkinlikleri öğrenci hızına göre ilerleme, ders içeriğinin görselleştirilmesi ve birden fazla duyu organına hitap etme özellikleri ile kavramsal anlamalar üzerinde etkili olmuştur (Çepni ve diğ., 2006; Lee ve Tsai, 2013; Wilts, 2002). Yapısalcı öğrenme etkinlikleri ise öğrencilerin aktiviteler aracılığı ile kazandıkları öğrenme deneyimleri doğrultusunda kavramsal anlamalarını yapılandırmalarını sağlamıştır (Al Khawaldeh, 2013; Kowasupat ve diğ., 2012; Uğulu, 2011; Yörek, 2006).

Genel anlamda hücre bölünmeleri ve üreme üzerine olan kavramsal anlamalar yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı öğrenme ortamlarında uygulama öncesine oranla artmış olmasına rağmen öğrenci anlamaları teşhis testi üzerinden ayrıntılı incelendiğinde yöntemlerin bazı kavramsal anlamalar üzerinde etkili olamadığı görülmektedir. Mitoz bölünmenin konumu, bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz bölünmede görülen farklılıklar, bitki ve hayvan hücrelerinde mayoz bölünmede görülen farklılıklar ve tür içi genetik çeşitliliğin hücre bölünmeleri ile ilişkisinin anlamlandırılması noktasında her üç yöntemin de etkili olamadığı ortaya konmuştur. İlgili kavramlar incelendiğinde, mitoz bölünmenin konumu ile ilgili kavramsal anlamaların yapılması için anatomi bilgisine, bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz ve mayoz bölünmelerdeki farklılıkların anlamlandırılabilmesi için sitoloji bilgisine ve tür içi çeşitlilik kavramının hücre bölünmeleri ile ilişkisini anlamlandırmak için genetik ve kalıtım bilgilerine ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin kavramların öğrenilmesi için ihtiyaç duyulan ön kavramları henüz yapılandıramamış, eksik ya da yanlış yapılandırmış olması uygulanan yöntemden bağımsız olarak anlamalara olumsuz yönde etki etmektedir (Arnaudın ve Mintzes, 1985; Stewart, 1980). Bazı biyolojik kavramların anlamlandırılması için diğer bazı biyolojik kavramların anlamlandırılmasına ihtiyaç olması biyolojik kavramların birbiri ile girift bir biçimde ilişkili kavramlarla örülü olduğunu göstermektedir (Bahar, 2003). Sarmal yaklaşımın benimsendiği biyoloji öğretim programında sitoloji konularına 9.sınıf, kalıtım ve genetik konularına 11.sınıf, anatomi konularına 12.sınıf yer düzeyinde verilmiştir. Bir başka ifade ile hücre bölünmeleri ve üreme konuları ile ilgili kavramların doğası gereği ilişkili oldukları diğer kavramlar ile birlikte tam olarak anlamlandırılması ancak ortaöğretimin son sınıfında olanaklı olabilecektir.

Uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı öğrenme ortamlarında kavramsal anlamaların artmasının bir başka olası nedeni zorunlu eğitim sistemi ve öğretim programlarının doğası ile ilişkilidir. Öğretim programları oldukça yerleşik, konuların kapsadığı alan bilgisi oldukça yoğun ve öğretim için ayrılan süre oldukça sınırlıdır (Hagay ve Baram Tsabari, 2011; Hodson ve Reid, 1988). Öğretim programının yapısı ve öğretmenin mümkün olan sürede programı tamamlayabilmek için benimsediği stratejiye bağlı olarak birbirinden bağımsız konuların öğretilmesi aylar hatta yıllar alabilir. Konular arasındaki ilişkinin açıkça ortaya konarak bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilebilmesi için gerekli olan parçaların bir araya getirilmesi noktasında oldukça sınırlı ve az sayıda olanak bulunmaktadır. Kısmen, bu zorluklar genel eğitime yönelik öğretim programlarının içerik ve amaçlar bakımından tanımlanmasındaki sıkıntılara yansımaktadır. Bu zorluklar, uzman ilgisi ve yeterlilikler dikkate alınmaksızın, tüm öğrencileri geleceğin bilim adamları olarak görüp yoğun biyolojik

kavramlardan örölü bir öğretim vermek ile herkesi ilgilendiren ve herkese uygun bir öğretim programı sağlamak arasındaki uçurumu arttırmaktadır (Kinchin, 2011; Rowland, 2007).

Uygulamalar sonrasında elde edilen veriler aynı zamanda geleneksel ve bilgisayarla öğretime oranla yapısalıcı aktivitelerin öğrenci anlamalarına daha olumlu yönde etki ettiğini ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin ancak geleneksel öğretim kadar etkili olabildiğini ortaya çıkarmıştır. Elde edilen veriler soru bazında incelendiğinde, farklı dokulara ait vücut hücreleri, vücut-üreme hücreleri ve kanser-vücut hücreleri arasındaki genetik bilginin karşılaştırılması ile ilgili sorularda teşhis testindeki genel eğilime benzer biçimde yapısalıcı öğrenme aktivitelerinin bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemine oranla daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu sorulara verilen cevaplar değerlendirildiğinde öğrencilerin uygulamalar sonrasında artan oranda doğru cevap verdikleri görölmektedir. Ancak, ifade edilen nedenler değerlendirildiğinde, öğrencilerin genel olarak farklı dokuya ait hücrelerin farklı işlev, yapı ve göreve sahip olmasını gerekçe göstererek alternatif ya da naif doğru neden ileri sürdükleri belirlenmiştir. Ancak, yapısalıcı öğrenme aktivitelerinin uygulandığı öğrenme ortamında öğrenim gören öğrenciler vücut, üreme ve kanser hücrelerinin sahip oldukları genetik bilginin özelliklerini hücre bölünmeleri ile ilişkilendirerek bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemleri ile öğretim gören öğrencilere oranla daha doğru nedenler ileri sürmüşlerdir.

Öğrencilerin öğretim sonrasında bile yanlış ya da henüz bilimsel olarak doğru olarak doğru kabul edilemeyecek nedenler ileri sürerek doğru cevap vermeleri öğretim süreçlerinde kavramsal öğrenmenin tam olarak gerçekleşmediğinin önemli bir göstergesidir. Tam olarak yapılandırılmayan kavramlarla doğru cevapların verilmesi özellikle çoktan seçmeli test sorularına yöneltilen eleştirilerle gündeme gelen konulardan bir tanesidir (Kasanen ve Raty, 2008). Öğrencilerin kavramlarla ilgili yeterince deneyim yaşamadan yerleşik öğrenme anlayışından kaynaklanan sebeplerle ezberleme yoluna gitmesi, test çözme yeteneklerini geliştiren öğrencilerin soruların şifrelerini çözmeleri ve bazı öğrencilerin içe doğma yöntemi ile soruların cevabını tahmin edebilmeleri eğitimde ölçme ve değerlendirme açısından çarpıklıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Leung, 2002). Bu durum, ölkemizde uygulanan merkezi sınav sisteminin çoktan seçmeli sınavlar üzerine kurulmuş olması nedeniyle yerleşik anlayışın değişimi için bir ihtiyaç oluşturmamaktadır (Bjork ve Tsuneyoshi, 2005; Sharp ve Grace, 2004). Ancak, TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study), PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study) ve PISA (Programme for International Student Assessment) gibi öğrenci cevap ve nedenlerinin ayrı ayrı değerlendirildiği sınavlarda ölkemizin OECD ölkeleri arasında sonuncu sırada yer almasının önemli bir nedenini

oluşturmaktadır (Berberoğlu ve Kalender, 2005). Biyoloji öğretim programının gerekçeleri ve programla hazırlanırken dikkate alınan konular arasında uluslararası ölçekli sınavların yapı, özellik ve sonuçlarının dikkate alınan konular arasında zikredilmesine rağmen program içeriğinde ve uygulamada sınavlar ile ilgili yol gösterici unsurlara yer verilmemiştir (Çepni, Kara ve Çil, 2012; Kara ve Çepni, 2012).

Yapısalcı öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin geleneksel ve bilgisayarla öğretim yöntemine göre HBÜÜ kavramlarını daha iyi yapılandırmış olmaları yapısalci öğrenim ortamlarının öğrencilere kavramsal öğrenmeler konusunda sağladığı üstünlükleri ön plana çıkarmaktadır. Yapısalcılık, öğrenen bireylerin belirli bir kavramın öğretimine yönelik olarak hazırlanmış öğretim deneyimlerinden geçerek kavramların öğrenenin zihninde yapılanmasını öngörmektedir (Kim, 2005). Yapısalcı öğrenme ortamında öğrenim gören öğrenciler çalışma süresince mikroskop kullanarak farklı canlıların, farklı dokularına ait hücreleri gözlemlemiş, hücreler arasında karşılaştırmalar yapmış, belirledikleri farklılıkların nedenlerini tartışmışlardır. Öğrenciler aktif olarak derse katılmış kendilerine verilen öğretim materyalleri ve çalışma yapraklarındaki görevleri yerine getirmeye çalışmışlardır. Yapısalcı öğrenme süreçleri içerisinde öğrenciler bazen kolay ulaşılabilir karton, iplik, renkli kâğıt gibi malzemeler kullanarak bazen de kendileri işin içinde rol oynayarak biyolojik modeller oluşturmuşlardır. Laboratuvar aktiviteleri ile öğrenme süreci içerisinde öğrencilerin bilgiye ihtiyaç hissetme, bilgiye ulaşacak yollar tasarlama ve ulaşılan bilgiyi sunma olanaklarına kavuşmasını sağlamaktadır (Allard ve Barman, 1994; Lavoie, 1999; Musheno ve Lawson, 1999).

Yapısalcı öğrenme aynı zamanda planlanmış öğrenim deneyimlerini temele alan uygulamalarla örölü 5E modelini temele alan bir yaklaşımdır. Ancak, 5E modeline göre hazırlanan bilgisayarla öğretim etkinlikleri yapısalci öğretimde etkili olduğu kadar bilgisayarla öğretimde etkili olamamış ve öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine uygulama öncesine oranla ancak geleneksel öğretim kadar etkili olabilmektedir. Aslında 5E modeli öğrencilerin dikkatini çekme, kavramın farkına varma ve onu keşfetme, kavramın takdim edilmesi, edinilen kavramın başka durumlara transferi veya uygulanması ve son olarak değerlendirme yapılarak kavramsal anlamaların belirlenmesi gibi kavram öğretimine yönelik üstün özellikler sunmaktadır (Aktaş, 2013; Ercan, 2009; Kowasupat ve diğ., 2012; Sadi ve Çakiroğlu, 2010). Yine hazırlanan yapısalci ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinden özellikle keşfetme basamağına yönelik olanlarının büyük paralellik taşıdığı görülmektedir. Öğrenciler yapısalci öğrenme ortamında mikroskop kullanarak farklı büyüklükteki hücreleri, soğan kök ucu hücrelerini, kanserli doku hücrelerini, maya hücrelerini ve polen hücrelerini incelerken bilgisayarla öğrenme ortamındaki öğrenciler aynı hücreleri mikroskop simülasyonu kullanarak incelemişlerdir. Benzer biçimde, konular

keşfetme aşamasının ardından kısaca özetlenmiştir. Daha sonra öğrencilere öğrendikleri kavramları uygulamaları için olanaklar sunulmuştur. Ancak, bilgisayarla öğretim ortamında bilgisayarın kapasitesi doğrultusunda görüntüler bilgisayar ekranında ve bilgisayar tarafından seslendirilerek aktarılırken yapısalıcı öğrenme ortamında öğrencilerin gerçek malzemeler kullanarak, dokunarak, öğretmenleri aracılığı ile öğrenmeleri söz konusu olmuştur. Tüm bu etmenler dikkate alındığında 5E modelinin yapısalıcı öğretimin öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri üzerinde bilgisayarla ve geleneksel öğretime oranla daha etkili olmasında etkili olmadığı söylenebilir.

Bilgisayarla öğretimin öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri üzerine etkilerini inceleyen çalışmaları konu edinen meta-analiz çalışmaları dikkate alındığında genellikle bilgisayarla öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine olumlu etkileri olduğu yönünde bulgulara rastlanmasına rağmen geleneksel yöntemle oranla bir farklılık meydana getirmediği yönünde bulgulara da rastlanmaktadır (Bayraktar, 2000; Chambers, 2002; Christmann ve Badgett, 2003; Cohen ve Dacanay, 1992; Kulik, 1994; Soe, Koki ve Chang, 2000). Bilgisayarla öğrenme öğretimi bireyselleştirmesi, bireylerin kendi hızlarına göre zaman ve ortam sorunu yaşamadan öğrenmelerine ve gerçekleştirilmesi güç olayların bile benzeşim yoluyla somutlaştırma olanağı sağlamasına rağmen kavramsal anlama üzerine geleneksel öğretim kadar etkili olabilmektedir. Bilgisayarlar öğrencilerin ilgisini çekebilecek öğretim araçları olarak görülmelerine rağmen öğrenciler sürekli bilgisayarla öğrenmeyi tercih etmemektedir (Clark, 1983). Donanımdan ya da teknik yetersizlerden kaynaklanan sorunların yaşanması öğrencilerin dikkatinin dağılmasına ve güdülenme duygusunun olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Ross, 1994). Bilgisayar deneyimleri ne olursa olsun bilgisayarla öğrenme öğrenciler için yeni bir öğrenme deneyimi olarak sınıflandırılmaktadır (Fletcher Flinn ve Gravatt, 1995). Geleneksel yöntemler öğrenmeye alışmış, başarı sağlamış ve tahmin edilebilir bir öğrenme ortamından alınan öğrenciler bilgisayarların öğretici gözüyle bakamamakta ve süreci sadece eğlenceden ibaret olarak görmektedir (Kiboss ve diğ., 2004). Öğrenciler yazılımdaki eğitsel unsurlar yerine eğlence boyutuna odaklanarak yazılımın asıl amacının yerine gelmemesine sebep olabilmektedir (Kara, 2007). Bilgisayarla öğretimin başarısını yazılımların geliştirilmesi, benimsenen bilgisayarla öğretim etkinliklerinin yapısı, bilgisayarların teknik özellikleri, yazılımlarda kullanılan öğretim nesnelerinin kalitesi önemli oranda belirlemektedir. Bu unsurların hepsi ancak bir bütün olarak bir araya getirildiğinde öğretim ortamlarında işe koşulabilmektedir. Dolayısıyla ortaya çıkan sonuç aslında tamamen bilgisayarla öğretimin değil bütünü oluşturan parçaların, bu parçaların bir biriyle uyumunun ve benimsenen öğretim ilkelerinin bir bütünüdür (Lowe, 2001; Powell ve diğ., 2003; Kara ve Yeşilyurt, 2008).

5.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Tartışma

İBTD ölçeği bulguları genel olarak değerlendirildiğinde gerek uygulama öncesinde gerek uygulama sonrası dönemde öğrencilerin ölçekte yer alan maddelerin tamamına karşı tutumlarını ifade ettikleri görülmüştür. Ölçeğin algılama, tepkide bulunma, değer verme, örgütlenme ve yaşam tarzı geliştirme alt boyutlarında yer alan maddelere karşı öğrenci katılma düzeyinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Sadece, geleneksel yöntemle öğretim gören öğrencilerin uygulamalar sonrasında “zor bir problemle karşılaşıldığında çözümü için kararlılık gösterme” ile ilgili kazanıma etki eden ölçek maddelerine katılma düzeyi kararsız olarak nitelendirebilecek aralıkta olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ölçekten elde edilen bulgular öğrencilerin genel olarak biyoloji dersine karşı olumlu tutum içerisinde olduklarını ortaya çıkarmıştır.

Biyoloji dersi tutumları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin biyolojiye karşı olumlu (Özgün Koca ve Şen, 2011), orta düzeyde (Ekici ve Hevedanlı, 2010), olumsuz ve hatta ön yargılı (Gül ve Yeşilyurt, 2009) tutumlar içerisinde olduğunu ileri süren çalışmalara rastlanmaktadır. Olumsuz tutumların ortaya çıkmasının nedeni olarak biyoloji dersinin yabancı terimlerle dolu, ezbere dayalı ve anlaşılması zor bir ders olarak nitelendirilmesinin yattığı belirtilmektedir. Aynı zamanda, biyoloji tutumları üzerinde okul türünün etkili olduğu ve genel liselerde nispeten düşük olan tutumların Anadolu ve Fen liselerinde daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Onur, 2009). Yapılan çalışmalarda motivasyonsuzluk, içerik yoğunluğu, öğretim kalitesinin düşüklüğü, sosyalleşememe ve genel kültür eksikliğinin öğrencilerin biyoloji tutumlarına olumsuz yansıdığı bulunmuştur (Aydeniz ve Kaya, 2012). Ayrıca, eğitsel özellikleri ile ön planda olan yazılımlar öğrencilerin piyasada ticari olarak ulaşabildikleri gelişmiş özelliklere sahip bilgisayar yazılımları ile karşılaştırıldığında öğrencilerin dikkatini çekmede sınırlı kalmaktadır (Gorth ve Nassif, 1984; Squires ve Preece, 1996; Virvou, Katsionis ve Manos, 2005). Sonuç olarak, öğrencilerin biyoloji dersine karşı olumlu tutum içerisinde olduklarını ortaya koyan çalışmamızda çalışma gurubunun Anadolu Lisesi öğrencilerinden oluşmasının yanı sıra öğrencilerin biyoloji ile ilgili yaşadıkları ön deneyimlerin, başarı düzeylerinin ve kendilerine sunulan öğrenme deneyimlerinin etkili olduğu söylenebilir.

İBTD ölçeği ile ulaşılan bulgular yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin benimsendiği öğrenme ortamlarında uygulama öncesi döneme oranla uygulamalar sonrasında öğrencilerin biyoloji dersine karşı tutum ve değerlerinde bir değişime rastlanmadığını ortaya koymuştur. Ulaşılan bulgular ölçekte yer alan önermelerin kazanımlarla ilişkisi bakımından ele alındığında da genel anlamda bir

farklılığa rastlanmadığı görülmüştür. Ancak, “grup ve sınıf tartışmalarında diğerlerinin eleştirilerini ve önerilerini dinleme, tüm bunları objektif biçimde değerlendirme” kazanımı ile ilgili tutumların geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı öğrenme ortamında uygulamalar öncesine oranla uygulamalar sonrasında düşük olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, “gözlem ve deneylerde özgünlüğü kendine ilke edinme” kazanımı ile ilgili tutumların yapısalcı öğretim yönteminin uygulandığı öğrenme ortamında uygulamalar öncesine oranla uygulamalar sonrasında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İBTD ölçeği aracılığı ile ortaya çıkarılan bulgular uygulama sonrası dönem için değerlendirildiğinde yapısalcı ve bilgisayarla öğretim uygulamalarının geleneksel yönetime oranla öğrencilerin tutumları üzerinde olumlu yönde etkili olmuştur. Ölçekten elde edilen bulgular kazanımlara etki eden önermelere katılma düzeyi bakımından değerlendirildiğinde genel eğilimi benzer biçimde “bilimsel çalışmalara katılım ve çalışma esnasında girişimci özelliğini gösterme” ile ilgili kazanımla ilişkilendirilen önermeler için yapısalcı ve bilgisayarla öğretim uygulamalarının geleneksel yönetime oranla öğrencilerin tutumları üzerinde olumlu yönde etkili olduğu görülmüştür. Öte yandan, “etkinliklerde kendisinin ve çevresindekilerin güvenliğinin sağlanmasının önemini anlama ve uygulamaya özen gösterme” ile ilgili kazanımla ilişkilendirilen önermeler için geleneksel ve bilgisayarla öğretim uygulamalarının yapısalcı yönetime oranla öğrencilerin tutumları üzerinde olumlu yönde etkili olduğu belirlenmiştir.

Biyoloji dersi öğretimine yönelik olarak düzenlenen farklı öğretim uygulamalarının öğrenci tutumlarına etki düzeylerini belirlemek üzere yapılan çalışmalar uygulamalarının öğrenci tutumlarını olumlu (Atıcı ve Atıcı, 2012; Bülbül, 2010; Skolnick, 2009) ya da olumsuz (Aktaş, 2013) yönde etkilediğini, bazı uygulamaların ise tutumlar üzerinde etkili olmadığını (Arndt, 2009; Koçakoğlu, 2008) ortaya koymaktadır. Tutumlar üzerine yapılan farklı çalışmalar öğretim yöntemleri bakımından ele alındığında çelişkili olarak tanımlanabilecek bir durum ortaya çıkmaktadır. Örneğin, bazı araştırmacılar bilgisayarla biyoloji uygulamalarının öğrencilerin biyoloji tutumları üzerine olumlu yönde (Gül, 2011; Taş ve diğ., 2006) etki ettiğini bildirirken diğer bazı araştırmacılar yapılan bilgisayarla öğretim uygulamalarının öğrencilerin tutumlarını değiştirmedikçe (Çepni ve diğ., 2006; Soyibo ve Hudson, 2000) rapor etmiştir. Ancak, tüm bu karmaşa içerisinde araştırmacıların biyoloji derslerinin geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak işlenmesi durumunda öğrenci tutumları üzerine etkili olmadığı ya da olumsuz etki gösterdiği yönündeki sonuçlarda birleştikleri görülmektedir (Kurt, 2009). Öğrencilere farklı öğrenme yaşantıları sunulması, kendilerini ifade etmelerine, yetenek ve becerilerini sergileyebilecekleri, kültürel ve sosyal etkileşime geçebilecekleri öğrenme ortamları kaçınılmaz olarak öğrenci tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir (Aydeniz ve Kaya, 2012).

Öğrencilere tutumlarını geliştirebilecekleri öğrenme ortamları sağlanması ve içerik kazanımlarının yanı sıra öğrencilerin tutum ve değerlere yönelik kazanımlara ulaşmalarının sağlanması 2007 yılında yayınlanan biyoloji dersi öğretim programında vurgulanmıştır. Tutum ve değerler listesi oluşturularak birer cümle ile öğretim dersi programına yerleştirilmiştir (MEB, 2007). Gerek yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin tutumlar üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmamızda gerekse de alan yazında elde edilen araştırma sonuçları öğretim süreçlerinde gerçekleştirilen öğrenme deneyimlerinin tutum ve değerler üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Haladyna ve Shaughnessy, 1982; Willson, 1983). Öğretim programında hangi tutum ve değerlerin kazandırılacağı belirtilmesine rağmen kazanım ifadeleri oldukça sınırlı, zaman zaman oldukça uzun, karmaşık ve açıkça bilimsel alandaki kullanımlarına değinilmeden verilmiştir. Kazanım ifadeleri soruşturmacı anlayışa, bilimsel kanıtlara dayalı karar verme becerilerine, laboratuvar güvenliğine ve daha pek çok yetenek ve beceriyi ima etmektedir (Abd El Khalick, BouJaoude, Duschl, Lederman, Mamlok Naaman, Hofstein ve diğ., 2004; Böttcher ve Meisert, 2011; Long, 2000; Nielsen, 2013). Ancak, ima edilen beceri ve yetenek ifadeleri özel bilgi ve uzmanlık gerektiren, öğrenme süreçlerine nasıl yansıtılacağı konusunda mevcut öğretmen yetiştirme sistemi göz önüne alındığında öğretmenlerin çok fazla yardıma ihtiyaç duyacağı etkinliklerin uygulanmasını gerektirmektedir (Yılmaz Tuzun, 2008). Ayrıca anlaşılması zor ve tam ve doğru bir kavramsal çerçeve çizilme olasılığı düşük kazanım ifadelerinin etkinliklere ya da öğrenme ortamlarına nasıl yansıtılacağı konusunda bir açıklama bulunmamaktadır. Konu içeriklerinin belirlendiği bilişsel kazanım ifadeleri ile 9.sınıf çevre eğitimi öğrenme alanı dışında ilişkilendirilmeyen İBTD kazanımlarının yapısalcı etkinlik uygulamaları ile belirli bir düzen izlenmeden süreç içerisinde geliştirileceği varsayılmıştır. Her ne kadar tutum ve beceri geliştirmenin zaman alıcı bir süreç gerektirdiği kabul edilmiş olsa da işlevi öğretim sürecinin planlanmasına yol göstermek olan öğretim programlarının tutum ve değer gelişimi konusunda özellikle büyük değerler dizisi değişimi gerektiren eğitim reformları esnasında daha aydınlatıcı olması beklenmektedir.

5.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Tartışma

Biyoloji öğretim programı kazanımları hedef alınarak hazırlanan soru maddelerinden oluşan BABS Becerileri testi aracılığı ile araştırma süresince elde edilen bulgular öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin orta seviyede olduğunu ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin en fazla bir “hipotez doğrulandığında uygun sonuçlar çıkarma” kazanımı ile ilgili soruya doğru oranda cevap verdikleri, “verilen bir olayda değişkenleri belirleme” kazanımı ile ilgili soruya ise en az oranda doğru cevap verdikleri belirlenmiştir. Alan

yazında bilimsel süreç becerileri üzerine olan çalışmalar değerlendirildiğinde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin genel anlamda düşük (Beaumont ve diğ., 2001) ya da orta seviyede (Öztürk ve diğ., 2010) olarak belirlendiği ve okul türünün önemli bir belirleyici olduğu (Dönmez ve Azizoğlu, 2010; Özgelen, 2012) dikkati çekmektedir. Anadolu Lisesi öğrencilerinden oluşan çalışma grupları ile yürütülen çalışmamızda ulaşılan bulgular bu anlamda alan yazında yapılan çalışmalar ile uyum içerisindedir.

BABS becerileri testi aracılığı elde edilen bulgular uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında değerlendirildiğinde yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim ortamlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde etkili olmadığını ortaya koymuştur. Oysaki alan yazında yapısalcı (Sungur ve diğ., 2001) ve bilgisayarla öğretim (Huppert ve diğ., 2002) uygulamalarının bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu yönde etkileri olduğunu ileri sürmüşlerdir. Elde edilen bulgular, testte yer alan maddeler bakımından incelendiğinde bazı kazanımlar ile ilgili sorulara yapısalcı öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla daha fazla doğru cevap verdikleri belirlenmiştir. Bu kazanımlar, “çeşitli sınıflandırma ölçütlerini kullanma, açıklama ve/veya oluşturma”, “güvenilir ve kesin verilere dayalı tahminlerde bulunma” ve “araştırma tekniklerini uygulamak amacıyla çeşitli araç gereçleri etkin olarak kullanma” olarak belirlenmiştir. Aynı öğrenciler, “bir hipotezi desteklemek ya da reddetmek amacıyla bulunan sonuçları açık olarak ifade etme” kazanımı ile ilgili soruya ise daha az oranda doğru cevap vermiştir. Ayrıca, “güvenilir ve kesin verilere dayalı tahminlerde bulunma” kazanımı ile ilgili soruya bilgisayarla öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla daha fazla doğru cevap verdikleri bulunmuştur.

BABS becerileri testi aracılığı ile ulaşılan bulgular uygulama sonrasında uygulama öncesinde olduğu gibi yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde her hangi bir değişim olmadığını ortaya koymuştur. Testten elde edilen bulgular kazanımlar düzeyinde değerlendirildiğinde de yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde bir farklılık bulunmamıştır.

Bilimsel süreç becerileri, fen eğitimi alanında giderek daha fazla önemsenen, gelişmiş ülkelerin fen eğitimi programlarının önemli bir parçası olarak karşımıza çıkan ve öğrencilerin bir bilimsel olayın aydınlatılmasında yaşanan süreçler ile ilgili deneyimler ve beceriler geliştirmesi gerekliliğini vurgulayan ilkeler olarak görülmektedir (CSBE, 2003; Farmer, 1999; NRC, 2012; Tobin ve Capie, 1980). Biyoloji dersi öğretim programında bilimsel süreç becerileri bilimsel süreç basamakları dikkate alınmaksızın 27 cümleden oluşan kazanım listesi biçiminde BABS becerileri kazanımları başlığı altında yer

bulmuştur. Her ne kadar, programda birer cümle ile ima biçiminde yer verilmiş olsa da BABS becerileri bilişsel kazanımlarla ilişkilendirilerek belirli konuların öğretimi esnasında belirli bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması vurgulanmıştır. Bu doğrultuda, HBÜÜ bilişsel kazanımları ile ilgili etkinlikler düzenlenirken belirli kazanımlara vurgu yapılmıştır. Bu kazanımlar, “bilgi toplamak amacıyla çeşitli kaynaklara başvurma”, “bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. yazma ve/veya sözel iletişim yoluyla özetleme” ve “araştırma sonucu keşfedilen ilişkileri günlük yaşamda meydana gelen olayları açıklamak için kullanma” biçiminde ifade edilmiştir. Ancak, programda beceri kazanımlarının bilişsel kazanımları ile nasıl kaynaştırılacağına yönelik bir rehber açıklamaya yer verilmemiştir (MEB, 2007).

Yapısalcı ve bilgisayarla öğrenme ortamında yapılan uygulamalarda öğrencilerin etkinlikler yoluyla sadece öğretmenlerinden değil, akranlarından, çalışmada sağlanan öğrenci rehber materyallerinden, bilgisayar yazılımı ile alan uzmanlarından ve en önemlisi yaptıkları deneye dayalı etkinliklerle süreç içerisinde farklı kaynaklardan öğrenmelerinin yolu açılmıştır. Hücrelerde büyüme, hücrenin yüzey-hacim oranı, hücre döngüsü için gerekli sürenin hesaplanması, bitkilerin gelişimlerinin gözlenmesi uygulamaları ile öğrencilerin tablo ve grafikler oluşturmaya olanak sağlanmıştır. Ünite süresince, doğa, yaşam, çeşitlilik ve insanoğlunun doğası ile ilgili konular arasında önemli bir yer teşkil eden canlılar arasındaki benzerlik ve farklılıkların nasıl ortaya çıktığı, genetik bilginin nasıl nesiller arası aktarımının nasıl olduğu, büyüme, yaraların iyileşmesi gibi olayların nedenleri ve mekanizmaları ile ilgili olaylara değinilmiştir. Ancak, düzenlenen uygulamalara rağmen geleneksel öğretim yönteminde olduğu gibi deney gruplarında yapılan uygulamaların da öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde de bir değişime yol açmadığı görülmüştür. Ortaya çıkan durum gerçekleştirilen etkinliklerde kazandırılması düşünülen bilimsel süreç becerilerinin başarılı olamadığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak, her ne kadar programda geliştirilmesi beklenen ya da vurgulanan kazanımlarda olmasa da uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında daha fazla artan oranda doğru cevap verilen bilimsel süreç becerileri kazanımları olmuştur. Ayrıca, programda bilişsel kazanımlar ile ilişkilendirilen süreç becerilerinin yanı sıra olanak doğması halinde diğer bilimsel süreç becerileri kazanımlarının da öğrencilere kazandırılması yönünde uygulamaların yapılabileceğine değinilmektedir (MEB, 2007). Öte yandan, biyoloji dersi öğretim programında bilimsel süreç becerileri her ne kadar teker teker bir kazanımla ilişkilendirilmiş olsa da yapısalcı anlayışın benimsendiği öğretim programı uygulanırken kazanımların kapsadığı kavramların karmaşık ilişki ağı yapısı nedeniyle sadece bir kazanımı hedef alan öğrenme döngüsü etkinlikleri düzenleyebilmek her zaman olanaklı olamamaktadır. Bir diğer taraftan, bilimsel süreç becerilerinin kazanılmasının zaman aldığı

yönünde bulgulara da alan yazında rastlanmaktadır (DeFina, 2006; Rauf, Rasul, Mansor, Othman ve Lyndon, 2013; Romance ve Vitale, 1992). Araştırmanın kapsamı ve süresi düşünüldüğünde 4 yıl boyunca uygulanması öngörülen programda yer verilen bilimsel süreç becerileri kazanımlarının toplamı üzerinde kısıtlı bir zaman zarfında etkili olabilmek oldukça güç olmaktadır.

5.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Tartışma

Biyoloji öğretim programı kazanımları hedef alınarak hazırlanan soru maddelerinden oluşan BTTÇ üzerine görüşler formu aracılığı ile araştırma süresince elde edilen bulgular öğrencilerin genel olarak doğruluk payı olan görüşe sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin en fazla “bilimdeki gelişmelerin; teknolojinin gelişmesine, teknolojide yeni icatlara ve uygulamalara yol açtığına örnekler verme” kazanımı ile ilgili soruda gerçekçi görüşe yakın görüş belirttikleri belirlenmiştir. Öğrenciler, “ulusal ve uluslararası kalite tescil kuruluşlarının görevlerini bilme ve bunların ürünler üzerinde kullanılan sembollerini tanıma” kazanımı ile ilgili soruya ise en az oranda gerçekçi görüşe yakın görüş belirtmişlerdir. Alan yazın incelendiğinde, öğrencilerin genel olarak BTTÇ üzerine geleneksel görüşlere sahip oldukları görülmektedir (Doğan Bora, 2005; Dogan ve Abd El Khalick, 2008; Kang ve diğ., 2005). Ayrıca, BTTÇ üzerine öğrenci görüşlerinin cinsiyet, okul tipi ve sosyo-ekonomik etmenlerden etkilendiği belirtilmiştir (Doğan Bora ve diğ., 2006; Tabak ve Weinstock, 2005). Genel eğilimin aksine araştırma grubunu oluşturan öğrencilerin BTTÇ üzerine doğruluk payı olan görüşlere sahip olduğu bulunmuştur. Bu durum, öğrencilerin önceki eğitim deneyimlerinin yanı sıra çalışmanın yürütüldüğü okulun merkezde, popüler ve Anadolu Lisesi statüsünde olmasından da kaynaklanmış olabilir.

BTTÇ üzerine görüşler formu aracılığı elde edilen bulgular uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında değerlendirildiğinde yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim ortamlarının öğrencilerin görüşleri üzerinde etkili olmadığını ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, formda yer alan maddeler bakımından incelendiğinde bazı kazanımlar ile ilgili sorulara yapısalcı öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla daha fazla gerçekçi görüşe yakın cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Bu kazanımlar, “bireyin teknoloji geliştirirken veya kullanırken sonuçları hakkında kendine, topluma ve çevreye karşı sorumluluk hissetmesi gerektiğini anlama”, “bireysel ve toplumsal ihtiyaçların karşılanmasında bilimin rolünü anlama” ve “biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varma” olarak belirlenmiştir. Benzer biçimde, bazı kazanımlar ile ilgili sorulara bilgisayarla öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla daha fazla gerçekçi görüşe yakın cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Bu kazanımlar, “yeni bir bulgu ortaya çıktığında

mevcut bilimsel bilginin test edilerek sınındığını, düzeltildiğini veya yenilendiğini fark etme”, “farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin ve biyoloji biliminin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklama”, “yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının nedenlerini ve etkilerini idrak etme” ve “yerel, ulusal ve/veya küresel çevre sorunlarının olası çözüm yollarını tartışma” olarak belirlenmiştir. Aynı öğrenciler, “bilimsel bilginin değişiminde kanıtların, teorilerin ve/veya paradigmaların rolünü açıklama” kazanımı ile ilgili soruya ise daha az oranda gerçekçi görüşe yakın cevaplar vermiştir.

BTTÇ üzerine görüşler formu aracılığı ile ulaşılan bulgular uygulama sonrasında uygulama öncesinde olduğu gibi yapısalcı, bilgisayarla ve geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilerin görüşlerinde her hangi bir değişim olmadığını ortaya koymuştur. Formdan elde edilen bulgular kazanımlar düzeyinde değerlendirildiğinde, “bireysel ve toplumsal ihtiyaçların karşılanmasında bilimin rolünü anlama” kazanımı ile ilgili soruda yapısalcı ve bilgisayarla öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilere oranla gerçekçi görüşe daha yakın görüşler ifade ettiklerini ortaya çıkarmıştır. Öte yandan, “farklı tarihsel ve kültürel geçmişleri olan insan topluluklarının bilimsel düşüncelerin ve biyoloji biliminin gelişimine yaptıkları katkıları örneklerle açıklama” kazanımı ile ilgili soruda bilgisayarla öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilere oranla gerçekçi görüşe daha yakın görüşler ifade ettikleri ortaya konmuştur. Son olarak, “insanların ve toplumun çevreyi nasıl etkilediğine örnekler verme” kazanımı ile ilgili soruda bilgisayarla ve geleneksel öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilerin yapısalcı öğrenme ortamında öğrenim gören öğrencilere oranla gerçekçi görüşe daha yakın görüşler ifade ettikleri bulunmuştur.

Alan yazında, BTTÇ üzerine öğrenci görüşlerini geliştirme yönünde ekinel ikilemler, sesli düşünme protokolü gibi BTTÇ yaklaşımın doğasından köken alan uygulamaların etki derecesini inceleyen çalışmalara rastlanmıştır (Barron, 2005; Price ve McNeill, 2013; Smith ve Matthews, 2000). BTTÇ yaklaşımına uygun olarak geliştirilen etkinliklerin öğrenci görüşleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Dori ve diğ., 2003; Quinlan, 2012). BTTÇ araçlarının yapısalcı anlayışın hedeflerine ulaşmasında yardımcı görev yüklenebileceği belirtilmektedir (Tsai, 1999). Yapısalcı öğrenme ortamlarında bu etkinin ortaya çıkması öncelikle programın öğretim süreçlerinde uygulayıcısı durumunda olan öğretmenlerin önemli bir paradigma değişimi sürecinden geçmesini gerekli kılmaktadır. Değişimler çoğu zaman öğretim programlarının değişmesi ile birlikte öğretim sürecini etkilemeye başlar. Öğretmenler, öğrencilere programın amaçları doğrultusunda eğitim öğretim faaliyetleri düzenlerler. Bu nedenle öğretmenlerin programı benimsemeleri,

yapısını kavramaları ve değişime açık olmaları programın başarısı açısından oldukça önem taşımaktadır (Cho, Yager, Park ve Seo, 1997; Tsai, 2002).

Biyoloji dersi öğretim programında öğrencilere kazandırılması hedeflenen BTTÇ üzerine görüşler 33 kazanım cümlesi biçiminde programda ifade edilmiştir. Programda olanak doğması halinde BTTÇ üzerine görüşler ile ilgili kazanımlara değinilebileceği belirtilmiş ve konu içeriklerinin sınırlarını belirleyen bilişsel kazanımlar ile BTTÇ kazanımları eşleştirilmiştir. HBÜÜ'nde yer alan 12 bilişsel kazanım ile 14 BTTÇ kazanımı eşleştirilmiştir. Bilişsel kazanımlardan tek hücrelilerde mayoz bölünme, gametogenez ve partenogenez ile ilgili olanlar hiçbir BTTÇ kazanımı ile eşleştirilmez iken mitoz ve mayozun evreleri, tek ve çok hücrelilerde mitoz, bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz, eşeyli üremenin önemi ve döllenme ile ilgili kazanımlar ile birer BTTÇ kazanımı eşleştirilmiştir. Öte yandan, eşeysiz üremenin tarımsal önemi ile ilgili bilişsel kazanımla 7 farklı, hücre bölünmesinin kontrolü ile ilgili kazanımla 10 farklı BTTÇ kazanımı eşleştirilmiştir. Ancak, diğer öğrenme alanlarında olduğu gibi bu eşleştirmeden doğan etkileşimlerin öğrenme sürecine nasıl yansıtılması gerektiği ile ilgili rehberlik yapılmamıştır. Hücre döngüsünün kontrolü ile ilgili kazanım ile 10 farklı BTTÇ kazanımının yanı sıra 2 BABS becerisi kazanımının da eşleştirildiği görülmektedir. Programın ünite organizasyonu bölümünde yer alan kazanım etkileşimlerinin bir potada eriterek yorumlanması, gerçekleştirilecek etkinlikleri belirlenmesi, etkinlikler içerisinde içerik kazanımının yanı sıra 12 beceri kazanımına vurgu yapılması, etkinliklerin bir araya getirilerek öğrenme döngüsünün tasarlanması ve tüm bunların mevcut Türk eğitim sistemi içerisinde başarılması beklentisi başarısızlığa açık bir yapı oluşturmaktadır. Buna rağmen, çalışmamızda gerçekleştirilen yapısal ve bilgisayarla öğretim etkinlikleri toplam BTTÇ üzerine görüşlerde bir farklılık meydana getirmemesine ve ünite organizasyonunda hedef gösterilen kazanım eşleştirmelerinde olmamasına rağmen sınırlı sayıda BTTÇ kazanımlarda olumlu yönde değişimlere neden olmuştur. Bu durum yapısal ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin BTTÇ kazanımlarını kazandırma potansiyeline sahip olduklarını göstermesi bakımından önemlidir. Uzun süreli etki ve planlamalar için ünite organizasyonlarının kazanımlar bakımından gözden geçirilmesine ve daha fazla rehberliğe gereksinim olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı, 2008 ortaöğretim 10. sınıf biyoloji dersi öğretim programında yer alan HBÜÜ'nin öğretiminde öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöneme oranla öğretim programı kazanımlarına erişim düzeyi üzerine etkisini inceleme olarak belirlenmiştir. Bu bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlar dört başlık altında toplanmıştır. Birinci başlıkta; öğretim programına uygun olarak hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöneme oranla HBÜÜ ile ilgili 10. sınıf öğrencilerinin bilişsel kazanımlara erişim düzeyleri üzerine etkisi ile ilgili elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. İkinci başlıkta, çalışma kapsamında hazırlanan yapısalci aktivitelerin ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin geleneksel yöneme oranla İBTD kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkisi ile ilgili elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Üçüncü başlıkta, uygulamaların öğrencilerinin BABS becerileri kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkisi ile ilgili elde edilen sonuçlar sıralanmıştır. Son başlıkta, uygulamaların öğrencilerinin BTTÇ kazanımlarına erişim düzeyleri üzerine etkisi elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

6.1.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Biyoloji dersi öğretim programı doğrultusunda uygulamaya konan yapısalci aktiviteler, bilgisayarla öğretim etkinlikleri ve geleneksel öğretim yöntemi uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında öğrencilerin HBÜÜ ile ilgili kavramsal anlamaları üzerine olumlu yönde etki etmiştir.

Hücre bölünmeleri ve üreme kavramı teşhis testinden elde edilen veriler uygulama sonrasında değerlendirildiğinde, yapısalci öğrenme ortamında uygulanan aktivitelerin bilgisayarla öğrenme etkinlikleri ve geleneksel öğretim yöntemine oranla öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırmada daha fazla olumlu yönde etkili olduğu belirlenmiştir.

Hücre bölünmeleri ve üreme kavramı teşhis testi öğrencilerin üniteye yer alan kavramlar ile ilgili kavram yanılgısı, kavram karışıklığı ve yanlış anlamalar olarak sınıflandırılacak alternatif anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca, öğrencilerin sahip oldukları doğru olarak kabul edilebilecek nedenlerin de büyük oranda naif doğru ya da kısmen doğru nedenler olarak sınıflandırılacak nitelikte olduğu bulunmuştur.

Sarmallık ilkesinin benimsendiği mevcut öğretim programında ilk olarak temel kavramların verilmesi ve bu temel kavramlar etrafında yeni kavramların yapılması ile öğrenmenin

sağlam temeller üzerinde ilerlemesi hedeflenmiştir. Ancak, biyolojik kavramların birbiriyle olan ilişkisi temel kavramların oluşturulması durumunda bile genetik, anatomi, kalıtım, fizyoloji, sistematik gibi farklı biyoloji dallarından kavramların işe koşulmasını gerekli kılmaktadır. Henüz yapılandırılmadığı için işe koşulamayan kavramlar kavramsal öğrenmelerin eksik oluşmasına neden olmaktadır.

6.1.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Biyoloji dersi öğretim programı doğrultusunda uygulamaya konan yapısalıcı aktiviteler, bilgisayarla öğretim etkinlikleri ve geleneksel öğretim yöntemi uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında öğrencilerin İBTDi ile ilgili ölçek maddelerine katılma düzeylerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmamıştır.

İBTD ölçeğinden elde edilen veriler uygulama sonrasında değerlendirildiğinde, yapısalıcı ve bilgisayarla öğrenme ortamında gerçekleştirilen uygulamaların geleneksel öğretim yöntemine oranla öğrencilerin ölçek maddelerine katılma düzeylerini olumlu yönde etkili olduğu belirlenmiştir.

Biyoloji dersi öğretim programında yer alan İBTD kazanımları doğrultusunda hazırlanan ölçekte yer alan önermelere gerek uygulama öncesinde gerek uygulama sonrasında öğrenci toplam katılma düzeyi ortalamaları ortalama değer üzerinde gerçekleşmiştir.

6.1.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Biyoloji dersi öğretim programı doğrultusunda uygulamaya konan yapısalıcı aktiviteler, bilgisayarla öğretim etkinlikleri ve geleneksel öğretim yöntemi uygulama öncesine oranla uygulama sonrasında öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile ilgili test sorularına verilen doğru cevap düzeyinde bir değişikliğe neden olmamıştır.

BABS becerileri testinden elde edilen veriler uygulama sonrasında değerlendirildiğinde yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen uygulamaların test sorularına verilen doğru cevap düzeyine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Biyoloji dersi öğretim programında yer alan BABS kazanımları doğrultusunda hazırlanan testte yer alan sorulara gerek uygulama öncesinde gerek uygulama sonrasında öğrencilerin doğru cevap verme düzeyleri toplam ortalamaları orta seviyede gerçekleşmiştir.

6.1.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Sonuçlar

Biyoloji dersi öğretim programı doğrultusunda uygulamaya konan yapısalıcı aktiviteler, bilgisayarla öğretim etkinlikleri ve geleneksel öğretim yöntemleri uygulama öncesine

oranla uygulama sonrasında öğrencilerin BTTÇ üzerine görüşlerinde bir değişikliğe neden olmamıştır.

BTTÇ üzerine görüşler formundan elde edilen veriler uygulama sonrasında değerlendirildiğinde yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen uygulamaların öğrenci görüşleri üzerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Biyoloji dersi öğretim programında yer alan BTTÇ kazanımları doğrultusunda hazırlanan formda yer alan sorulara gerek uygulama öncesinde gerek uygulama sonrasında verilen yanıtlar ortalaması öğrencilerin doğruluk payı olan görüşlere sahip olduğuna işaret etmektedir.

6.2. Öneriler

Araştırmanın sonuçlarına paralel olarak yapılan öneriler aşağıda sıra ile sunulmuştur.

6.2.1. Araştırmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

Yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin biyoloji kavramları üzerine olan anlamalarını artırıcı yönde etki ettiği ancak yapısalıcı öğretim uygulamalarının daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, öğrencilerin kavramsal anlamalarının geliştirilmesinin istendiği öğrenme ortamlarında yapısalıcı anlayış benimsenmelidir. Öğretmenlerin yapısalıcı anlayışa ayak uydurması ve öğretim süreçlerini buna göre yapılandırması faydalı olacaktır.

İBTD alanında elde edilen sonular yapısalıcı ve bilgisayarla öğretim etkinliklerinin tutumlar üzerine geleneksel yöntemle oranla olumlu yönde etki ettiğini ortaya koymuştur. Öğrencilerin olumlu tutum ve değerler geliştirebilmesi ve olumsuz tutum ve değerlerin gelişmemesi için etkinliklere dayalı, zenginleştirilmiş öğrenme ortamları hazırlanmalıdır.

Bilimsel süreç becerileri üzerine elde edilen sonular yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin BABS becerileri üzerinde etkili olmadığını göstermiştir. Her ne kadar, yapısalıcı ve bilgisayarla öğrenme yöntemlerinin genele yansımayan birkaç BABS becerileri kazanımları ile sınırlı olumlu yönde etkisi belirlenmiş olsa da becerilerin programda belirli bir düzen içinde verilmesi ve bu sıraya bağlı olarak etkinliklerde belirli kazanımların ön plana çıkarılması programın etkisini artırabilir.

Yapısalıcı ve bilgisayarla öğretim yöntemleri birkaç BTTÇ kazanımı ile ilgili öğrenci görüşlerinde gelişme sağlamış olsa da genel anlamda yapılan uygulamalar öğrenci görüşleri üzerinde etkili olmamıştır. BTTÇ anlayışına uygun değerler ikilemleri, aksiyon dramaları, düşünme parçaları gibi öğretim stratejilerinin kurulum, farkındalık, soruşturma

ve beceri geliştirme basamaklarından oluşan BTTÇ modülüne (Hassard, 2005) uygun olarak verilmesi görüşlerin gelişiminde daha etkili olabilir.

HBÜÜ kavram teşhis testinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını nedenleri ile birlikte başarılı bir biçimde ölçtüğü belirlenmiştir. Teşhis testinin geliştirme süreci dikkate alınarak diğer üniteleri içinde benzer araçlar geliştirilebilir.

6.2.2. Araştırmacı Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Bu bölümde araştırmacının gelecekte ilgili alanda çalışmayı düşünen araştırmacılara örnek teşkil edeceği düşünüldüğünden, araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmada 19 sorudan oluşan kavram teşhis testi, 27 sorudan oluşan bilimsel süreç becerileri testi, 48 maddeden oluşan tutum ölçeği ve 33 maddeden oluşan görüş formu öğrencilere dört farklı günde uygulanmıştır. Ancak sürekli sorulara cevap vermek zorunda kalmaları öğrencilerin sıkılmalarına neden olmuştur. Veri toplama araçlarındaki maddelerin azaltılmasının yanı sıra test aralarında verilen sürelerin de artırılması ile soruların sıkılmadan cevaplanacağı düşünülmektedir.

Çalışmada yapısal ve bilgisayarla öğrenime yönelik araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikler uygulama öğretmeni tarafından öğretim süreçlerinde uygulanmıştır. Öğretmenlere programın özellikleri ve etkinlik hazırlama aşamaları ile ilgili gerekli eğitim verilerek öğretmenlerin bireysel olarak programa uygun yapısal ve bilgisayarla öğretim materyali hazırlayıp kullanması sağlanabilir.

Çalışmada yapısal, bilgisayar ve geleneksel öğretim yöntemlerinin biyoloji dersi öğretim programı kazanımlarını yerine getirme düzeyleri HBÜÜ özelinde belirlenmeye çalışılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin farklı konu ya da üniteler özelinde program kazanımlarına etkilerini konu edinen çalışmalar yapılabilir.

Yazılım sektörü bilgi çağında her disiplinden artan ihtiyacı karşılamak üzere sürekli devinim gösteren ve gelişmelerin çok hızlı gerçekleştiği bir çalışma alanını oluşturmaktadır. Piyasada öğrencilerin ulaşabilecekleri grafik kalitesi, görselliği, ses özellikleri, gerçekçiliği ile bilgisayarların donanım özelliklerinin sınırlarını zorlayan oyun yazılımları bulunmaktadır. Sınıflarda kullanılan eğitsel yazılımların öğrencilerin beklentilerini boşa çıkarmaması, ilgilerini çekebilmesi ve en önemlisi öğretici olabilmesi için en az eğlence yazılımları kadar kaliteli olması gerekmektedir.

Biyoloji dersi öğretim programında Türk Eğitim Tarihi'nde ilk defa içerik kadar beceri, tutum ve değerler öğelerine vurgu yapılmasına rağmen beceri, tutum ve değerler eğitiminin nasıl yapılacağı konusunda rehberlik yapılmamıştır. Bilişsel kazanımlar yıllara dağıtılarak program şekillendirilmiştir. Fen alanında yetişmeyecek öğrenciler de dikkate

alınarak, fen öğretiminin başlangıcından itibaren beceri, tutum ve değerler eğitimi öğrencilerin gelişim seviyeleri ve bireysel farklılıkları dikkate alınarak kademeli olarak verilmelidir. Fizik, kimya ve biyoloji bilim dallarında aynı amaca hizmet eden farklı ifadelerle karmaşık biçimde ifade edilen kazanımlar yerine ortaklaşa oluşturulmuş beceri, tutum ve değerler kazanım ifadelerinin hazırlanması programların anlaşılabilirliğini ve uygulanmasını arttıracaktır.

Çalışmada öğrencilerin uygulama sonrasında uygulama öncesine oranla biyoloji dersi öğretim programı kazanımlarına erişim düzeylerine yapısalıcı, bilgisayarla ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ulaşılan sonuçlar, öğrencilerin uygulama sonrasında eriştikleri kazanımların sürekli olup olmadığının araştırılmasına yönelik erişim düzeylerinin kalıcılığı ile ilgili çalışmalara olan ihtiyacı arttırmıştır.

Öğretim programları farklı sebepler öne çıkarılarak, bir önceki programın getirileri gözetilmeden, bir program için çok kısa olarak sayılabilecek bir zaman diliminde değiştirilmektedir. Ancak, komisyonların kurularak yeni programları hazırlanması ve gerekli makamların hazırlanan programları onaylaması ile programlar yürürlüğe resmi olarak geçmiş olsa da öğretim süreçleri içerisine yansımaları öğretmen yetiştirme, hizmette bulunan öğretmenlerde değerler dizisi değişimi oluşturma ve rehberlik hizmeti sağlama ayaklarından yoksun olunması nedeniyle gelişim güzel olmaktadır. Bu nedenle, program değişimleri iyi bir planlama ile yetiştirilecek insan profili gözetilerek yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Abd El Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok Naaman, R., Hofstein, A. et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Abdullah, A. (2009). Yenilenen ilköğretim programının uygulanması sürecinde karşılaşılan sorunlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(17), 77- 94.
- Abrams, E., Southerland, S.A. and Cummins, C.C. (2001). The how's and why's of biological change: how students overlook the cause of phenomena in their search for meaning. *International Journal of Science Education*, 23(12), 1271-81.
- Abualrob, M. M. A., Gnanamalar, E. and Daniel, S. (2013). The Delphi Technique in Identifying Learning Objectives for the Development of Science, Technology and Society Modules for Palestinian Ninth Grade Science Curriculum. *International Journal of Science Education*, 35(15), 2538-2558.
- Acar, S. (2011). Bilgisayar destekli öğretimin öğrencinin fizik kimya biyoloji ve matematik alanlarındaki tutumlarına olan etkisinin meta analiz yöntemi ile incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Aikenhead, G. and Ryan, A. (1992). The development of a new instrument: "views on science-technology-society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Aikenhead, G. S., Fleming, R. W. and Ryan, A. G. (1989). *Views on science-technology-society* (form CDN.mc.5). Saskatoon, Canada: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
- Akaydın, G., Güler, M. H. ve Mülâyim, H. (2000). Liselerimizin biyoloji laboratuvar araç ve gereçleri bakımından durumu. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 1-4.
- Akgün, Ş. (2001). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Akkoyunlu, B. (1991). Bilgisayar destekli öğrenmede Türkiye için bir model. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Leicester Üniversitesi, Londra.
- Akpınar, B. ve Aydın, K. (2007). Eğitimde değişim ve öğretmenlerin değişim algıları. *Eğitim ve Bilim*, 32(144), 71-80.
- Akpınar, Y. (1999). *Bilgisayar destekli öğretim ve uygulamalar*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aktaş, M. (2013). 5E öğrenme modeli ve iş birlikli öğrenme yönteminin biyoloji dersi tutumuna etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 109-128.
- Al Khawaldeh, S. A. (2013). Prediction/discussion-based learning cycle versus conceptual change text: comparative effects on students' understanding of genetics. *Research in Science and Technological Education*, 31(2), 168-183.
- Alessi, S. M. and Trollip, S. R. (1985). *Computer-based instruction: Methods and development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Printice Hall.

- Alkan, C. (1986). Bilgisayarların Eğitimde Kullanımı. *Eğitim ve Bilim*, 11, 9-15.
- Allard, D. W. and Barman, C. R. (1994). The learning cycle as an alternative method for college science teaching. *BioScience*, 44(2), 99-101.
- Altunsoy, S. (2008). Ortaöğretim biyoloji öğretiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Anastasiou, C. J. (1991). The sun and our skin: An update for biology teachers. *The American Biology Teacher*, 53 (3), 137-145.
- Applebee, A. N. (1993). Literature in the secondary school: Studies of curriculum and instruction in the United States. National Council of Teachers of English Research Report 25, ED357370, Urbana.
- Arıcak, O. T. ve Ilgaz, G. (2007). Açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ile biyoloji dersi tutum ölçeğinin incelenmesi. *Eurasian Journal of Education Research*, 28, 1-8.
- Arıkan, F., Aydoğdu, M., Doğru, M. ve Uşak, M. (2006). Bilgisayar destekli biyoloji öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Millî Eğitim*, 171, 177- 187.
- Arnaud, M. W. and Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of the human circulatory system: A cross-age study. *Science Education*, 69(5), 721-733.
- Arndt, K. L. (2009). Small group instruction: High school biology students' attitudes and achievements. Unpublished Master Dissertation, Southwest Minnesota State University, Minnesota.
- Aslan Efe, H. and Efe, R. (2011). Evaluating the effect of computer simulations on secondary biology instruction: An application of Bloom's taxonomy. *Scientific Research and Essays*, 6(10), 2137-2146.
- Aslan Efe, H. (2009). Lise 9. sınıf öğrencilerine, "canlılığın temel birimi hücre" ünitesinin simülasyonla öğretiminin bloom taksonomisinin yönelik tutumuna etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.
- Aslan-Efe H., Efe R. ve Yücel S. (2012). Ortaöğretim biyoloji ders kitaplarında yer alan etkinliklerin bilimsel süreç becerileri açısından analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (24), 1-20.
- Atasoy, B. (2002). *Fen Öğrenimi ve öğretimi*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık,.
- Atıcı, Ö. ve Atıcı, T. (2012). Fotosentez konusunun öğretiminde uygulanan laboratuvar yönteminin öğrenci tutum ve başarısına etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 143-166.
- Atılboz, N. G. (2004). Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme Konuları İle İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (3), 147-157.
- Ayan, Y. (2004). Lise 1 ders müfredatlarındaki biyoloji deneylerinin uygulanabilirlik oranlarının öğretmen görüşlerine göre irdelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Aydeniz, M. and Kaya, E. (2012). Factors impacting Turkish students' attitudes towards science and their academic performance in science. *Journal of Turkish Science Education*, 9(2), 25-48.

Aydın, S. (2008). Beyin temelli öğrenme kuramına dayalı biyoloji eğitiminin akademik başarı ve tutum üzerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Aydoğdu, E. (2010). Ortaöğretim 9. sınıf biyoloji dersi yeni öğretim programına ilişkin öğretmen görüşleri (Trabzon ili örneği). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Aytaç, Ö. (2004). Canlıların çeşitliliği ve sınıflandırma ünitesindeki kavramların öğretilmesinde uygulanan düz anlatım ve görsel (yapılandırma) yöntemlerin etkilerinin karşılaştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Ayuso, E., Banet, E. and Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato II. Resolución de problemas o realización de ejercicios?. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 127–142.

Ayyıldız, Z. (2010). Yeni lise biyoloji öğretim programının öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanılgıları ve kavram değişim stratejileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 27-64.

Bahar, M., Johnstone, A. H. and Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84–86.

Baldi, S., Jin, Y., Skemer, M., Green, P.J. and Herget, D. (2007). Highlights from PISA 2006: Performance of U.S. 15-Year-Old Students in Science and Mathematics Literacy in an International Context. Washington: NCES.

Banet E. and Ayuso E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137–153.

Banet, E. and Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary schools: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313–351.

Barnett, J. and Hey, E. (1955). Laboratory work on meiosis and mitosis. *The American Biology Teacher*, 17(7), 219-222.

Barrett, D. R. B. (1984). Osmosis and surface area to volume ratio. *Journal of Biological Education*, 18(4), 273-274.

Barron, P. E. (2005). The impact of a dedicated science-technology-society (STS) course on student knowledge of STS content. Unpublished Doctoral Dissertation, Syracuse University, New York.

Bars, A. (2009). 9.sınıf biyoloji dersinde “difüzyon, osmoz, osmotik kuvvetler” konularının öğretiminde örnek olaya dayalı öğrenme yönteminin kullanılmasının öğrencilerin akademik

başarılarına ve biyoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Başer, M. (2007). The contribution of learning motivation, reasoning ability and learning orientation on ninth grade international baccalaureate and national program students' understanding of mitosis and meiosis. Unpublished Master Dissertation, Middle East Technical University, Ankara.

Baykul, Y. (1990). *İlkokul beşinci sınıftan lise ve dengi okulların son sınıflarına kadar matematik ve fen derslerine karşı tutumda görülen değişmeler ve öğrenci seçme sınavındaki başarı ile ilişkili olduğu düşünülen bazı faktörler*. Ankara: ÖSYM Yayınları.

Bayley, C. A. (2011). Biology reflective assessment curriculum. Master Dissertation. University of California, San Diego.

Bayraktar, Ş. (2001). A meta-analysis of the effectiveness of computer-assisted instruction in science education. *Journal of Research on Technology in Education*, 34, 173-188.

Bayraktar, S. (2000). A meta-analysis study on the effectiveness of computer assisted instruction in science education. Unpublished Doctoral Dissertation, Ohio University, Ohio.

Baytekin, Ç. (2004). *Öğrenme öğretme teknikleri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Beaumont Walters, Y. and Soyibo K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science and Technological Education*, 19 (2), 133-145.

Berberoğlu, G. ve Kalender, İ. (2005). Öğrenci başarısının yıllara, okul türlerine, bölgelere göre incelenmesi: ÖSS ve PISA analizi. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 4(7), 21-35.

Berkant, H. G. (2007). Dokuzuncu sınıf biyoloji dersinde yapıcı öğrenme temelli hazırlanan anlamlı nedensel düşünmeye dayalı öğretimin öğrencilerin anlamlı nedensel düşünmelerine, akademik başarılarına, kalıcılığa ve günlük yaşam davranışlarına etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Bernstein, R. and Bernstein, S. (1996). *Biology*. Dubuque, Iowa: Wm.C.Brown Publishers.

Beyer, C. J., Delgado, C., Davis, E. A. and Krajcik, J. (2009). Investigating teacher learning supports in high school biology curricular programs to inform the design of educative curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 977–998.

Biessman, J. B. (2006). An examination of curriculum articulation in wisconsin high school and post-secondary introductory biology courses. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Wisconsin-Madison, Wisconsin.

Biggs, A., Hagins, W. C., Holliday, W. G., Kapicka, C. L., Lundgren, L. and MacKenzie, A. H. (2008). *Biology: Teacher Wraparound CA Edition*. New York: McGraw-Hill.

Bilgin, İ. (2006). The effects of hands-on activities incorporating a cooperative learning approach on eight grade students' science process skills and attitudes toward science. *Journal of Baltic Science Education*, 1(9), 27-37.

Bjork, C. and Tsuneyoshi, R. (2005). Education reform in Japan: Competing visions for the future, a special section on international education. *Phi Delta Kappan*, 86(8), 619-626.

- Bogner, F.X. and Wiseman, M. (1999). Toward measuring adolescent environmental perception. *European Psychologist*, 4, 139–151.
- Bogner, F. X. and Wiseman, M. (2002). Environmental perception: factor profiles of extreme groups. *European Psychologist*, 7, 225–237.
- Böttcher, F. and Meisert, A. (2011). Argumentation in science education: A model-based framework. *Science and Education*, 20(2), 103-140.
- Bozdoğan, A. E. ve Altunçekiç, A. (2007). Fen bilgisi öğretmen adaylarının 5e öğretim modelinin kullanılabilirliği hakkındaki görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(2), 579-590.
- Bradford, C. S., Rubba, P. A. and Harkness, W. L. (1995). Views about Science-Technology-Society interactions held by college students in general education physics and STS course. *Science Education*, 79(4), 355-373.
- Bramble, W. J. and Mason, E. J. (1985). *Computers in schools*. New York: McGraw-Hill.
- Braselton, J. P. (1997). Microscopic Procedures for Plant Meiosis. *The American Biology Teacher*, 59, (8), 502-506.
- Brooks, M. G. and Brooks, J. (1999). The courage to be constructivist. *Educational Leadership*, 57 (3), 18–24.
- Browning, M. and Lehman, J. (1988). Identification of student misconceptions in genetics problem solving via computer program. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 747–761.
- Bülbül, Y. (2010). Effects of 7E learning cycle model accompanied with computer animations on understanding of diffusion and osmosis concepts. Unpublished Doctoral Dissertation, Middle East Technical University, Ankara.
- Burns, J. C., Okey, J. R. and Wise K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169-177.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Eğitim Yönetimi Dergisi*, 32, 470-483.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Bybee, R. W. and Landes, N. M. (1990). Science for life and living: An elementary school science program from biological sciences curriculum study. *The American Biology Teacher*, 52(2), 92-98.
- Bybee, W. R., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell J. C., Westbrook, A. et al. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Caleon, I. S. and Subramaniam, R. (2010). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313–37.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. et al. (2008). *Biology*. San Francisco, CA: Pearson Education.

Cavallo, A. M. L. and Laubach, T. A. (2001). Students' science perceptions and enrollment decisions in differing learning cycle classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(9), 1029-1062.

Cerrah, L. (2001). Meslek liselerindeki biyoloji öğretim programının değerlendirilmesi: Durum analizi ve öneriler. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Chabalengula, V. M. (2006). The nature and extent of scientific literacy themes coverage in Zambian high school biology curriculum. Unpublished Doctoral Dissertation, Illinois State University, Illinois.

Chabalengula, V. M., Mumba, F., Lorsbach, T. and Moore, C. (2008). Curriculum and instructional validity of the scientific literacy themes covered in Zambian high school biology curriculum. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(4), 207-220.

Chambers, E. A. (2002) Efficacy of educational technology in elementary and secondary classrooms: a meta-analysis of the research literature from 1992 to 2002. Unpublished Doctoral Dissertation, Southern Illinois University, Carbondale.

Chang, C. Y. (2001). 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.

Chiappetta, E. L. and Fillman, D. A. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the united states for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847-1868.

Chiappetta, E. L., Sethna, G. H. and Fillman, D. A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 787-797.

Chinnici, J. P., Yue J. W. and Torres, K. M. (2004). Students as "Human Chromosomes" in role-playing mitosis and meiosis. *The American Biology Teacher*, 66(1), 35-39.

Chinnici, J. P., Neth, S. Z. and Sherman, L. R. (2006). Using "Chromosomal Socks" to Demonstrate Ploidy in Mitosis and Meiosis. *The American Biology Teacher*, 68(2), 106-109.

Cho, J., Yager, R., Park, D. and Seo, H. (1997). Changes in high school teachers' constructivist philosophies. *School Science and Mathematics*, 97(8), 400-405.

Christmann, E. P. and Badgett, J. L. (2003). A meta-analytic comparison of the effects of computer-assisted instruction on elementary students' academic achievement. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 15, 91-104.

Clark, D. C., and Mathis, P. M. (2000). Modeling mitosis and meiosis: A problem-solving activity. *The American Biology Teacher*, 62(3), 204-206.

Clark, R. E. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53(4), 445-459.

- Coakes, S. J. and Steed, L. G. (2000). *SPSS: Analysis without anguish: Version 10.0 for Windows*. Chicago: John Wiley and Sons Australia, Ltd.
- Cohen, A., Moreh, A.B. and Chayoth, R. (1999). Hands-On Method for Teaching the Concept of the Ratio between Surface Area and Volume. *The American Biology Teacher*, 61(9), 691-695.
- Cohen, P. A. and Dacanay, L. S. (1992). Computer-based instruction and health professions education: A meta-analysis of outcomes. *Evaluation and the Health Professions*, 15(3), 259–281.
- Cohen, R. and Yarden, A. (2010). How the curriculum guideline “the cell is to be studied longitudinally” is expressed in six Israeli junior-high-school textbooks. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 276–292.
- Colburn, A. (2000). Constructivism: science education’s “grand unifying theory.” *The Clearing House*, 74, 1, 9-12.
- Cole, R. L. and Mertens, T. R. (1966). A laboratory exercise demonstrating chromosome morphology and number. *The American Biology Teacher*, 28(2), 114-119.
- Cole, V. S. (2009). The effects of co-teaching on student test performance and attitudes towards science in high school biology. Unpublished Doctoral Dissertation, The University of Alabama, Alabama.
- Cordero, R. E. and Szewczak, C. A. (1994). The developmental importance of cell division. *The American Biology Teacher*, 56(3), 176-179.
- California State Board of Education (2003). *Science content standards for California public schools kindergarten through grade twelve*. Sacramento. CA: California Department of Education Press.
- Çakır, Ö. S. (2002). The development, implementation and evaluation of a case-based method in science education. Unpublished Doctoral Dissertation, Middle East Technical University, Ankara.
- Çakmak, M. ve Gürbüz, H. (2012). Biyoloji dersi yeni ortaöğretim programının içerik ögesine ilişkin öğrenci görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(7), 195-210.
- Çelikkol, N. Z. (2011). Ortaöğretim öğrencilerinin biyolojik çeşitliliğe yönelik bilgi ve tutumları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Ankara.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (3.baskı). Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S., Kara, Y. and Çil, E. (2012). Middle school science and items of high school entrance examination: examining the gap in Turkey. *Journal of Testing and Evaluation*, 40(3), 501-511.
- Çepni, S., Taş, E. and Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students’ cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers and Education*, 46 (2), 192–205.

Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (Dördüncü baskı), Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Çetin, G. and Nisanci, S. H. (2010). The effectiveness of the new 9th grade biology curriculum on students' environmental awareness. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), Article 6.

Çinici, A. (2010). Kavramsal değişim yaklaşımına dayalı işbirlikli ve bireysel öğrenme etkinliklerinin 9. sınıf öğrencilerinin difüzyon ve osmoz kavramlarını anlamalarına ve biyolojiye karşı tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çıtak, N. (2001). Lise 1. sınıf biyoloji öğretim programının öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Çoban, A., Aktaş, M. ve Sülün, A. (2006). Biyoloji öğretim programının öss soruları açısından değerlendirilmesi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 23-36.

Dalelo, A. (2012). Loss of biodiversity and climate change as presented in biology curricula for Ethiopian schools: Implications for action-oriented environmental education. *International Journal of Environmental and Science*, 7(4), 619-638.

Dalgarno, B. (2001). Interpretations of constructivism and consequences for computer assisted learning. *British Journal of Education Technology*, 33(2), 183-194.

Davis, L. D. (1998). A little leaven leaveneth the whole lump: Using *S. cerevisiae* to investigate life in a biology classroom. *The American Biology Teacher*, 60(2), 112-114.

DeBaz, T. and ElWeher, M. (2012). The effect of contextual material on evolution in the Jordanian secondary-school curriculum on students' acceptance of the theory of evolution. *Journal of Biological Education*, 46(1), 20-28.

DeFina, A. (2006). Building science process skills. *Science Teacher*, 73(1), 36-41.

Demir, E. (2004). Lise 1. sınıf biyoloji dersi hücre bölünmesi konusunda bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Demirci, C. (2003). Fen Bilgisi Öğretiminde Etkin Öğrenme Yaklaşımının Erişi, Tutum ve Kalıcılığa Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Demirel, Ö. (2000). *Kuramdan uygulamaya eğitimde program geliştirme*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

Demirel, Ö., Seferoğlu, S. ve Yağcı, E. (2001). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

DePutter Smits, L. G. A, Taconis, R., Jochems, W. and Van Driel, J.V. (2012). An analysis of teaching competence in science teachers involved in the design of context based curriculum materials. *International Journal of Science Education*, 34(5), 701-721.

Dervişoğlu, S. ve Soran, H. (2003). Ortaöğretim biyoloji eğitiminde disiplinler arası öğretim yaklaşımının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 48-57.

Deryakulu, D. (2002). *Yapıcı öğrenme: Sınıfta demokrasi* (sf 53-74), Ed Şimsek A . Ankara: Eğitim-Sen Yayınları.

DeSalle, R. and Heithaus, M. R. (2008). *Holt biology*. Orlando, FL: Holt, Rinehart and Winston.

Dewey, J. (1916). *Demokrasi ve Eğitim* (Çev. M.Salih OTARAN). İstanbul: Başarı Yayıncılık.

Dikmenli, M. ve Çardak, O. (2004). A study on misconceptions in the 9th grade high school biology textbooks. *Eurasian Journal of Educational Research*, 17, 130-141.

Dillashaw, F. G. and Okey, J. R. (1980). Test of Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students. *Science Education*, 64(5), 601-608.

Dogan, N. and Abd El Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083–1112.

Doğan Bora, N., Arslan, O. ve Çakiroğlu, J. (2006). Lise öğrencilerinin bilim ve bilim insanı hakkındaki görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 32-44.

Doğan Bora, N. (2005). Türkiye genelinde ortaöğretim fen branşı öğretmen ve öğrencilerinin bilimin doğası üzerine görüşlerinin araştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Dönmez, F. ve Azizoğlu, N. (2010). Investigation of the students' science process skill levels in vocational schools: A case of Balıkesir. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 79-109.

Dori, Y. J., Tal, R. T. and Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies -can we improve higher order thinking skills of non-science majors. *Science Education*, 87(6), 767–793.

Dougherty, M. J. (2010). It's time to overhaul our outdated genetics curriculum. *American Biology Teacher*, 72, 218.

Driver, R. (1984). Children's learning in science project. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, Leeds.

Duncan, R. G., Rogat, A. D. and Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understanding of modern genetics across the 5th–12th grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 655–74.

Durmaz, B. (2007). Yapılandırıcı fen öğretiminde kavram karikatürlerinin öğrencilerin başarıları ve duyuşsal özelliklerine etkisi (Muğla ili merkez ilçe örneği). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Muğla.

Ekici, F. (2007). Yapılandırmacı yaklaşıma uygun 5E öğrenme döngüsüne göre hazırlanan ders materyalinin lise 3. sınıf öğrencilerinin yükseltgenme–indirgenme tepkimeleri ve elektrokimya konularını anlamalarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Ekici, G. (2002). Biyoloji dersine yönelik tutum ölçeği. *Eğitim Araştırmaları*, 8, 136-143.

Ekici, G. ve Hevedanlı M. (2010). Lise öğrencilerinin biyoloji dersine yönelik tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(4), 97-109.

Eleanor Enthoven, H. (2003). Reform in biology education: Teachers' implementation of a new biology curriculum. Unpublished Doctoral Dissertation, North Carolina State University, North Carolina.

Ercan Akkaya, S., Sağdıç, D., Albayrak, O., Öztürk, E., Cavak, Ş ve İlhan, F. (2009). *Ortaöğretim Biyoloji 10 Ders Kitabı*. Ankara: İmaj İç ve Dış Tic. A.Ş.

Ercan, S. (2009). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı 5e öğretim modelinin madde döngüleri konusunun öğretilmesine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Erden, M. (1998). *Eğitimde Program Değerlendirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Erdoğan, M., Bahar, M. ve Uçak, M. (2012). 2007 yılında uygulanmaya başlanan lise 9-12. sınıf biyoloji dersi öğretim programlarında çevre eğitimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(3), 2217-2235.

Erdoğan, M. N. ve Köseoğlu, F. (2012). Ortaöğretim fizik, kimya ve biyoloji dersi öğretim programlarının bilimsel okuryazarlık temaları yönünden analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2889-2904.

Ersoy, M. ve Merter, F. (2012). 9. sınıf biyoloji dersi öğretim programının öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi (Sivas ili örneği). *E-International Journal of Educational Research*, 3(3), 1-17.

Ertürk, S. (1982). *Eğitimde program geliştirme*. Ankara: Yelkentepe Yayınları,.

Faria, C., Pereira, G. and Chagas, I. (2012). D. Carlos de Bragança, a pioneer of experimental marine oceanography: Filling the gap between formal and informal science education. *Science and Education*, 21, 813–826.

Farmer, S. (1999). Core skills in the post-14 Scottish science curriculum. *Education in Science*, 16-17.

Finley, F. and Stewart, J. (1982). Representing substantive structures. *Science Education*, 66(4), 593-611.

Flannery, M. (1989). Small, medium or large: Why is size so important? *The American Biology Teacher*, 51(2), 122-125.

Fletcher Flinn, C. M. and Gravatt, B. (1995). The efficacy of computer assisted instruction (CAI): a meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 12(3), 219-242.

Flores, F., Tovar, M. E. and Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view. *International Journal of Science Education*, 25(2), 269–286.

Frankel, J. R. and Wallen, N. E. (2000). *How to Design and Evaluate Research in Education*, 4th Ed. Boston: McGraw Hill.

Fraser, B. J. (1981). TOSRA: Test of Science-Related Attitudes Handbook. Hawthorn, Victoria, Australia: Australian Council for Educational Research.

Fraser, B. L. (1978). Development of a test of science-related attitudes. *Science Education*, 62, 509-515.

Geban, Ö., Ertepinar, H., Yılmaz, G., Altın, A. ve Şahbaz, F. (1994). Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin fen bilgisi başarılarına ve fen bilgisi ilgilerine etkisi. Birinci ulusal fen bilimleri eğitimi sempozyumu bildiri özetleri kitabı. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

Gibson, H. L. and Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86, 693-705.

Glanton, L. V. (2007). Computer-assisted Instruction at the high school level. Unpublished Master Dissertation, Caldwell College, NJ.

Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N. and Taasoobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 127-146.

Gorth, W. and Nassif, P. (1984). A comparison of microcomputer-based, computer managed instruction (cmi) software programs (with an evaluation form). *Educational Technology*, 24(1), 28-32.

Gözmen, E. (2008). Lise 1. sınıf biyoloji dersinde okutulan “mayoz bölünme” konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Griffard, P. B. and Wandersee, J. H. (2001). The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education*, 23(10), 1039–52.

Gül, Ş. ve Yeşilyurt, S. (2011). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı bir ders yazılımının hazırlanması ve değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 19-36.

Gül, Ş. (2011). 5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Gül, Ş. ve Yeşilyurt, S. (2010). Ortaöğretim öğrencilerinin biyoloji ve biyoloji dersine yönelik tutumları (pilot uygulama). *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(20), 28 – 47.

Günay Ermurat, D. (2008). Lise biyoloji derslerinde öğrenme stillerine dayalı öğretim etkinliklerinin öğrenci erişimi ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Hagay, G., Baram Tsabari, A. and Peleg R. (2013). The co-authored curriculum: High-school teachers' reasons for including students' extra-curricular interests in their teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 407-431.

Hagay, G. and Baram Tsabari, A. (2011). A shadow curriculum: Incorporating students' interests into the formal biology curriculum. *Research in Science Education*, 41(5), 611-634.

Haladyna, T. and Shaughnessy, J. (1982). Attitudes toward science: A quantitative synthesis. *Science Education*, 66(4), 547-563.

Halis, İ. (2002). *Öğrenme teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Nobel Yayıncılık.

Halloun, I. and Hestenes, D. (1998). Interpreting VASS dimensions and profiles. *Science and Education*, 7(6), 553-577.

Hammersmith, R. L. and Mertens, T. R. (1997). Tradescantia: A tool for teaching meiosis. *The American Biology Teacher*, 59(5), 300-304.

Hempel, C. 1965. *Aspects of scientific explanations*. New York, NY: Free Press.

Han, Ç. (2011). Eğitimsel değişim ve öğretmen: Biyoloji öğretmenlerinin yeni öğretim programı hakkındaki kişisel teorileri üzerine etnografik bir durum araştırması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Han, Ç. (2013). Öğretmenlerin işlevsel paradigmaları ve eğitim reformu. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 59-79.

Hançer, A. H. (2007). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin kavram yanılgıları üzerine etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1), 69-81.

Hannafin, M. J. and Peck, K. L. (1988). *The design, development, and evaluation of instructional software*. New York: Macmillan Publishing Company.

Haras, Ö. (2009). Üreme ünitesinin 5e modeline göre öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama ve tutumları üzerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hassard, J. (2005). *Art of Teaching Science: Inquiry and Innovations in Middle and Secondary Schools*. New York: Oxford University Press.

Hawk, J. A. and Crowder, L. V. (1976). Demonstrating mitosis and meiosis. *The American Biology Teacher*, 38(2), 105-107.

He, Y., Wang, J., Gou, L., Shen, C., Chen, L. and Yi, C. et al. (2013). Comprehensive analysis of expression profile reveals the ubiquitous distribution of PPPDE peptidase domain 1, a Golgi apparatus component, and its implications in clinical cancer. *Biochimie*, 95(7), 1466–1475.

Hibbs, E. T. and Yokum, N. G. (1976). Bryophyllum: A Versatile Plant for the Laboratory. *The American Biology Teacher*, 38(5), 281-283.

Hodson, D. and Reid, D. (1988). Science for all. A curriculum developer's checklist. *School Science Review*, 69(249), 821-826.

Hoger, C. E. (1956). A visual device in the teaching of mitosis. *The American Biology Teacher*, 18(7), 234-236.

Horasan, Y. (2012). İzmir ilinde görev yapan biyoloji öğretmenlerinin yeni biyoloji programı hakkındaki görüşlerinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hu, R., Chang, W. H. and Lin, C. Y. (2003). Science curriculum components favoured by high school students in Taiwan. *Journal of Biological Education*, 37(4), 171-175

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.

Hüğü, F. (2008). Lise 9.sınıf öğrencilerine sentrioller, bazal cisimler, siller ve mikrotübüllerin modeller yardımıyla öğretilmesi ile ilgili bir araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Imhanlahimi, E. O. and Imhanlahimi, R. E. (2008). An evaluation of the effectiveness of computer assisted learning strategy and expository method of teaching biology: A case study of Lumen Christi International High School, Uromi, Nigeria. *Journal of Social Sciences*, 16(3), 215-220.

İpek, İ. (2001). *Bilgisayarla öğretim: Tasarım, geliştirme ve yöntemler*. Ankara: Tıp Teknik Kitapçılık.

İrez, S. and Çakır, M. (2010). Horizon of science education reform in Turkey: Challenges Ahead. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(4), 79-96.

İşman, A. (2005). *Öğrenme teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: PagemA Yayıncılık.

İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M.B. ve Kıyıcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalci yaklaşım. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1, 85-92.

İşman, A. (2003). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. İstanbul: Değişim Yayınları.

Jones, A. and O'Shea, T. (1982). Barriers to the use of computer assisted learning. *British Journal of Educational Technology*, 3(13), 207-217.

Jungwirth, E. (1975). The problem of teleology in biology as a problem of biology teacher education. *Journal of Biological Education*, 9(6), 243-6.

Kahya, Y. (2009). "Canlıların sınıflandırılması ve biyolojik çeşitlilik" ünitesi için hazırlanan biyolojik materyallerin yapılandırmacı yaklaşıma göre uygulanması ve etkililiğinin araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Kallery, M. and Psillos, D. (2004). Anthropomorphism and animism in early years science. why teachers use them, how they conceptualise them and what are their views on their use. *Research in Science Education*, 34, 291-311.

Kang, S., Scharmann, L. C. and Noh, T. (2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89(2), 314-334.

Kara, Y. (2007). Eğlenceli eğitim yazılımının öğrenci başarısına, kavram yanlışlarına ve biyolojiye karşı tutumlarına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 129-138.

Kara, Y. and Yeşilyurt, S. (2008). Comparing the impacts of tutorial and edutainment software programs on students' achievements, misconceptions and attitudes towards biology. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 32-41.

Kara, Y. and Çepni, S. (2011). Investigation the alignment between school learning and entrance examinations through item analysis. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 73-86.

Karadağ, E. ve Korkmaz, T. (2007). 1–5. sınıf etkinlik örnekleriyle kuramdan uygulamaya yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı. Ankara: Kök Yayıncılık.

Karadağ, E., Deniz, S. Korkmaz, T. ve Deniz, G. (2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı: Sınıf öğretmenleri görüşleri kapsamında bir araştırma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 383-402.

Karaman, S. (2005). Öğrenme nesnelere dayalı bir içerik geliştirme sisteminin hazırlanması ve öğretmen adaylarının nesne yaklaşımı ile içerik geliştirme profillerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Karasar, N. (2004). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri: Kavramlar, İlkeler, Teknikler*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kasanen, K. and Raty, H. (2008). "Do the very best you can": The third-grade class test. *Social Psychology of Education*, 11(2), 193–208.

Kaya, Z. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

Kazancı, M., Dogan Bora, N. ve Katırcıoğlu, H. (2005). Mayoz bölünme konusunun öğrencilerdeki anlamlı öğrenme düzeyinin kelime çağrışım testi ile araştırılması. *Eurasian Journal of Educational Research*, 21, 146-154.

Keil F. C. (2006). Explanations and understanding. *Annual Review of Psychology*, 57, 227-54.

Keser H. (1988). Bilgisayar destekli öğretim için bir model önerisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Kiboss, J. K, Ndirangu, M. and Wekesa, E. W. (2004) Effectiveness of a computer-mediated simulations program in school biology on pupils' learning outcomes in cell theory. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 207–213.

Kiboss, J., Wekesa, E. 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.

Kidman, G. (2010). What is an interesting curriculum for biotechnology education? Students and teachers opposing views. *Research in Science Education*, 40, 353-373.

Kılıç, G. B. (2001). Oluşturmacı fen öğretimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1(1), 9-22.

Kılınç, A. (2008a). Hücre bölünmelerinin öğretiminde yeni bir yaklaşım: "Bölünen parmaklar". *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 82-99.

Kılınç, A. (2008b). Öğretimde mizahi kavramaya dayalı bir materyal geliştirme çalışması: Bilim karikatürleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kim, J. S. (2005). The effects of a constructivist teaching approach on student academic achievement, self-concept, and learning strategies. *Asia Pacific Education Review*, 6(1), 7-19.

Kim, M. C., Hannafin, M. J. and Bryan, L. A. (2007). Technology-enhanced inquiry tools in science education: An emerging pedagogical framework for classroom practice. *Science Education*, 91(6), 1010-1030.

Kinchin, I. (2011). Visualising knowledge structures in biology: Discipline, curriculum and student understanding. *Journal of Biological Education*, 45(4), 183-189.

Kindfield, A. C. H. (1994). Assessing understanding of biological processes: Elucidating students' models of meiosis. *The American Biology Teacher*, 56(6), 367-371.

Kinfield, A. (1991). Confusing chromosome number and structure: A common student error. *Journal of Biological Education*, 25(3), 193-200.

Koç, G. (2002). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının duyuşsal ve bilişsel öğrenme ürünlerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Koç, G. ve Demirel, M. (2004). Davranışçılıktan yapılandırmacılığa: Eğitimde yeni bir paradigma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 174-180.

Koçakoğlu, M. (2008). Probleme dayalı öğrenme ve motivasyon stillerinin öğrencilerin biyoloji dersine karşı tutum ve akademik başarılarına etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kosinski, R. J. (1984). Producing Computer Assisted Instruction for Biology Laboratories. *The American Biology Teacher*, 46(3), 162-167.

Kowasupat, C., Jittam, P., Sriwattanarothai, N., Ruenwongsa, P. and Panijpan, B. (2012). Development of an inquiry-based learning unit for enhancing high-school students' understanding of animal social behavior. *The International Journal of Learning*, 18(10), 167-190.

Krawczyk, T. D. (2007). Using problem-based learning and hands on activities to teach meiosis and heredity in a high school biology classroom. Unpublished Master Dissertation, Michigan State University, Michigan.

Krishon, D. M. (2004). Influence of a three-week wildlife education curriculum on knowledge and attitudes of South Carolina's Marlboro County High School ninth and tenth-grade biology students. Unpublished Master Dissertation, West Virginia University, West Virginia.

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.

Kuhn, D., Cheney, R. and Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive Development*, 15, 309-32.

Kulik, J. A. (1994) *Meta-analytic studies of findings on computer-based instruction*. In: O'Neil HF Jr, Baker EL (eds) *Technology assessment in education and training*. Hillsdale, California: Lawrence Erlbaum Associates Inc., pp 9–33.

Küllücek, T. (2009). “Bilinçli birey, yaşanabilir çevre” ünitesinde bilgisayar destekli öğretimin akademik başarıya etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kumar, D. D. and Berlin, D. (1996). A study of STS curriculum implementation in the United States. *Science Educator*, 5(1), 12-19.

Kumar, D. D. and Berlin, D. (1998). A study of STS themes in state science curriculum frameworks in the United States. *Journal of Science Education and Technology*, 7(2), 191-197.

Kurt, M. (2009). Lise 11. sınıf biyoloji dersi denetleyici ve düzenleyici sistemler konusunda uygulanan çoklu zeka kuramının öğrencilerin başarısına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Lambert, J., Gong, Y. and Cuper, P. (2008). Technology, transfer, and teaching: the impact of a single technology course on preservice teachers' computer attitudes and ability. *Journal of Technology and Teacher Education*, 16(4), 385-410

Lancraft, T., Reeder, G., Trautwein, S. and Frierson, F. (2008). *Interactions: Exploring the Functions of the Human Body by Maris Multimedia*. New York: John Wiley and Sons Inc..

Lavoie, D. R. (1999). Effects of emphasizing hypothetico-predictive reasoning within the science learning cycle on high school student's process skills and conceptual understandings in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1127-1147.

Lawson, A. (1988). The acquisition of biological knowledge during childhood: Cognitive conflict or tabula rasa? *Journal of Research in Science Teaching*, 25(3), 185-199.

Lederman, N. G., Wade, P. D., and Bell, R. L. (1998). *Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective*. In McComas, W. (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 331–350). The Netherlands: Kluwer Academic.

Lee, S. W. Y. and Tsai, C. C. (2013). Technology-supported learning in secondary and undergraduate biological education: Observations from literature review. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 226–233.

Lee, S. C. (2001). Development of Instructional Strategy of Computer Application Software for Group Instruction. *Computers and Education*, 37(1), 1–9.

Leung, F. K. (2002). Behind the high achievement of East Asian students. *Educational Research and Evaluation*, 8, 87–108.

Leunissen, M. (2010). *Explanation and teleology in Aristotle's science of nature*. Cambridge: Cambridge University Press.

Levy, F. and Benner, D. B. (1995). Using Ribbon Models of Chromosome Modifications to Explore the Process of Meiosis. *The American Biology Teacher*, 57(8), 532-535.

Lewis, J. (2004). Supporting teachers through effective education research. *Journal of Biological Education*, 39(1), 4-5.

Lewis, J. (2006). Bringing the real world into the biology curriculum. *Journal of Biological Education*, 40(3), 101-106.

Lewis, J. and Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 26, 195–206.

Lewis, J., Leach, J. and Wood Robinson, C. (2000a). All in the genes?—Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74–79.

Lewis, J., Leach, J. and Wood Robinson, C. (2000b). What's in a cell? Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34(3), 129–32.

Lewis, J., Leach, J. and Wood Robinson, C. (2000c). Chromosomes: The missing link—young people's understanding of mitosis, meiosis and fertilization. *Journal of Biological Education*, 34(4), 189–199.

Lewis, J. and C. Wood Robinson. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177–95.

Lewis, R. W. (1972). The structure of the cell theory. *The American Biology Teacher*, 34(4), 209-211.

Lin, S. W. (2004). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 175–99.

Long, S. (2000). The science teacher: Education on safety. *Journal of Chemical Education*, 77(1), 21.

Longfield, J. (2002). Revised Feb. 2003 from Koch, J. (1999) Science Stories: Teachers and Children as Science Learners, p. 102. NY: Houghton Mifflin; and "Assessment Potpourri." *Science and Children*, Oct 94, p. 17.

Low, D. (1966). An investigative approach to the study of meiosis. *The American Biology Teacher*, 28(4), 277-281.

Lowe, J. (2001). Computer based education: Is it panacea? *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2), 163–171.

Lu, Q. and Liu, E. (2012). Alignment between high school biology curriculum standard and the standardised tests of four provinces in China. *Journal of Biological Education*, 46(3), 149-164.

Malone, T. W. (1983). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 4, 333-369.

Manney, T. R. and Manney, M. L. (1992). Yeast: A research organism for teaching genetics. *The American Biology Teacher*, 54(7), 426-431.

Marbach Ad, G., Rotbain, Y. and Stavy, R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 273–292.

Marlowe, B. A. and Page, M. L. (1998). *Creating and sustaining the constructivist classroom*. California: Corwin Press Inc.

Mathis, P. M. (1979). The Use of manipulative models in teaching mitosis and meiosis. *The American Biology Teacher*, 41(9), 558-559+561.

Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.

Mayr, E. 1997. *This is biology: the science of the living world*. Cambridge, MA: Belknap Harvard.

Mbajorgu, N., Ezechi, N. and Idoko, C. (2006). Addressing nonscientific presuppositions in genetics using a conceptual change strategy. *Science Education*, 91(3), 419–38.

Mbajorgu, N. M. and Ali, A. (2003). Relationship between STS approach, scientific literacy, and achievement in biology. *Science Education*, 87(1), 31–39.

McMenamin, J. P. (1948). Teaching yeast reproduction. *The American Biology Teacher*, 10(6), 158-159.

McMillan, J. H. and Schumacher, S. (2001). *Research in education: A conceptual introduction*, (5th ed.). New York: Addison Wesley Longman, Inc.

Milli Eğitim Bakanlığı (2007). Ortaöğretim kurumları 9. sınıf biyoloji dersi öğretim programı. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı (2008). Ortaöğretim kurumları 10. sınıf biyoloji dersi öğretim programı. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı (2009a). Ortaöğretim kurumları 11. sınıf biyoloji dersi öğretim programı. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı (2009b). Ortaöğretim kurumları 12. sınıf biyoloji dersi öğretim programı. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı (2009c). Öğretim programlarının yenilenme gerekçeleri ve davranışçı yaklaşım ile yapılandırmacı yaklaşım arasındaki farklar. Ortaöğretim Genel Müdürlüğü, Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı (2012). 9-12. sınıflar biyoloji dersi öğretim programı. Ankara.

Mickle, J. E. (1990). A model for teaching mitosis and meiosis. *The American Biology Teacher*, 52(8), 500-503.

Miller, K. R. and Levine, J. S. (2008). *Biology*. Boston: Pearson Prentice Hall Co.

Miller, W. H. (1961). Root tip cell squashes for the study of cell and chromosome morphology. *The American Biology Teacher*, 23(8), 513-515.

Mnguni, L. and Abrie, M. (2012). HIV/AIDS content knowledge and presentation strategies in biology for effective use in everyday life. *Journal of Biological Education*, 46(4), 226-233.

Moore, W. R. and Foy, H. L. R. (1997). The scientific attitude inventory: A revision (SAI II). *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 327-336.

Murat, M., Kanadli, S. ve Ünişen, A. (2011). Seventh grade students' misconceptions about animals' reproduction, growth and development and their likely resources. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 8(1), 179-197.

Musheno, B. V. ve Lawson, A. E. (1999). Effects of learning cycle and traditional text on comprehension of science concepts by students at differing reasoning levels. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 23-37.

National Association of Biology Teachers (1998). Biology Attitude Scale. Retrieved June 22, 2008, from http://www.flaguide.org/tools/attitude/biology_attitude_scale.php.

National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academy Press.

Newbrey, M. G. and Baltezo, J. M. (2006). Poster presentations: Conceptualizing, constructing and critiquing. *The American Biology Teacher*, 68(9), 550-554.

Nielsen, J. (2013). Dialectical features of students' argumentation: A critical review of argumentation studies in science education. *Research in Science Education*, 43(1), 371-393.

Nobel Media (2002). "The Control of the Cell Cycle ". Retrieved June 22, 2008, from www.nobelprize.org.

Nowicki, S. (2008). *Biology: CA Teacher's Edition*. New York: McDougal Littell.

Nunn, A.R. (1988). On 'why' – questions, scientific explanations, and teleology. *Journal of Biological Education*, 22(2), 84-5.

Oakley, C. R. (1994). Using sweat socks and chromosomes to illustrate nuclear division. *The American Biology Teacher*, 56(4), 238-239.

Oakley, C. R. (2008). Candy coated biology: An activity to teach surface area-to-volume ratios. *The American Biology Teacher*, 70(2), 76.

Odom A. L. and Barrow L. H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 45-61.

Odom, A. L. and Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *Science Education*, 85(6), 615-635.

Oğuzkan, F. (1993). *Eğitim Terimleri Sözlüğü*. Ankara: Emel Matbaacılık.

Onuoha, C. O. (2007). Meta-analysis of the effectiveness of computer-based laboratory versus traditional hands-on laboratory in college and pre-college science instructions. Unpublished Doctoral Diessertation, Capella University, Minneapolis.

Onur, A. (2009). Türkçe ve yabancı dilde biyoloji öğretiminin yapıldığı 9. sınıflarda öğrencilerin başarı ve tutumları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Orcajo, T. I. and Aznar, M. M. (2005). Solving problems in genetics II: conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495–519.

Osborne, R. (1980). Some aspects of the students' view of the world. *Research in Science Education*, 10, 11-18.

Owusu, K. A., Monney, K. A, Appiah, J. Y. and Wilmot, E. M. (2010). Effects of computer-assisted instruction on performance of senior high school biology students in Ghana. *Computers and Education*, 55(2), 904–910.

Örnek, G. (2010). Lise 2. sınıf biyoloji dersinde okutulan "mitoz bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Özatl, N. (2006). Öğrencilerin biyolojide zor algıladıkları konuların tespiti ve bilissel yapılarının yeni tekniklerle ortaya konması. Yayınlanmamış Doktora tezi, Balıkesir üniversitesi.

Özcan, N. (2003). A group of students` and teachers` perceptions with respect to biology education at high school level. Unpublished Master Dissertation, Middle East Technical University, Ankara.

Özel, S. F. (2008). Bilgisayar destekli öğretim materyallerinin öğrencilerin tutum ve başarılarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283-292.

Özgün Koca, S. A. and Şen, A. İ. (2011). Evaluation of beliefs and attitudes of high school students towards science and mathematics courses. *Journal of Turkish Science Education*, 8(1), 42-60.

Öztaş, H., Özay, E. and Öztaş, F. (2004). Teaching cell division to secondary school students: an investigation of difficulties experienced By Turkish teachers. *Journal of Biological Education*, 38(1), 13-15.

Öztürk, E. (2003). An Assessment of high school biology curriculum implementation. Doktora Tezi, Middle East Technical University, Ankara.

Öztürk, N., Tezel, Ö. and Acat, M. (2010). Science process skills levels of primary school seventh grade students in science and technology lesson. *Journal of Turkish Science Education*, 7(3), 15-28.

Öztürk Akar, E. (2005). Lise biyoloji dersi öğretim programının uygulanmasında okul düzeyinde görülen farklılıklar. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 4(7), 51-67.

- Pehlivan, H. ve Köseoğlu, P. (2010). Ankara fen lisesi öğrencilerinin biyoloji dersine yönelik tutumları ile akademik benlik tasarımları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 225-235.
- Perkins, D. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6-11.
- Pietrafesa, W. J. (1988). Plant regeneration. *The American Biology Teacher*, 50(4), 234-235.
- Pietropaolo, P. (1981). Plant tissue culture. *The American Biology Teacher*, 43(9), 508-512.
- Polyiem, T., Nuangchalerms, P. and Wongchantra, P. (2011). Learning achievement, science process skills, and moral reasoning of ninth grade students learned by 7e learning cycle and socioscientific issue-based learning. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(10), 257-264.
- Powell, J. V., Aeby, V. G., Jr. 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.
- Price, J. F. and McNeill, K. L. (2013). Toward a lived science curriculum in intersecting figured worlds: An exploration of individual meanings in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(5), 501-529.
- Quade, D. (1967). Rank Analysis of Covariance. *Journal of the American Statistical Association*, 62(320), 1187-1200.
- Quinlan, C. L. (2012). A schema theory analysis of students' think aloud protocols in an STS biology context. Unpublished Doctoral Dissertation, Columbia University, New York.
- Ramagoro, G. and Wood Robinson, C. (1995). Botswana children's understanding of biological inheritance. *Journal of Biological Education*, 29(1), 60-70.
- Rauf, R., Rasul, M., Mansor, A., Othman, Z. and Lyndon, N. (2013). Incultation of science process skills in a science classroom. *Asian Social Science*, 9(8), 47.
- Raven, P. H., Johnson, G. B., Mason, K. A., Losos, J. and Singer, S. (2007). *Biology* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Riemeier, T. and Gropengieer, H. (2008). On the roots of difficulties in learning about cell division: process-based analysis of students' conceptual development in teaching experiments. *International Journal of Science Education*, 30(7), 923-939.
- Rizza, J. J. (1969). Mitosis Technique. *The American Biology Teacher*, 31(5), 308-309.
- Romance, N. and Vitale, M. (1992). A curriculum strategy that expands time for in-depth elementary science instruction by using science-based reading strategies: Effects of a year-long study in grade four. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 545-554.
- Ross, S. M. (1994). Delivery trucks or groceries? More food for thought on whether media (will, may, can't) influence learning. *Educational Technology Research and Development*, 42(2), 5-6.

- Rowe, G. W., and Gregor, P. (1999). A computer based learning system for teaching computing: Implementation and evaluation. *Computers and Education*, 33(1), 65–76.
- Rowland, G. (2007). Towards a new biology curriculum. *Journal of Biological Education*, 41(3), 99-101.
- Royce, K. J. (1979). The development and validation of a diagnostic, criterion-referenced test of science processes. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Nebraska, Nebraska.
- Ryder, J. and Banner, I. (2013). School teachers' experiences of science curriculum reform. *International Journal of Science Education*, 35(3), 490-514.
- Sadi, Ö. and Çakiroğlu, J. (2010). Effects of 5E learning cycle on students' human circulatory system achievement. *Journal of Applied Biological Sciences*, 4(3), 63-67.
- Salman, M. (2006). Ülkemizdeki Biyoloji Öğretiminde Yapılandırmacı Yaklaşımla İlgili Yapılan Çalışmaların Kısa Bir Değerlendirmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Sarıkaya, R., Selvi, M. ve Doğan Bora, N. (2004). Mitoz ve Mayoz Bölünme Konularının Öğretiminde Model Kullanımının Önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 85-88.
- Savatyapan, S. (2007). Yeni lise 1 (2005) biyoloji dersi öğretim programının öğretmen ve öğrenci görüşlerine göre değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Saygın, Ö., Atılboz, N. G. ve Salman, S. (2006). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarıları üzerine etkisi: canlılığın temel birimi-hücre. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 51-64.
- Schanker, N. B. (1999). Meiosis, genes and popsicle sticks. *The American Biology Teacher*, 61(4), 284-286.
- Schraer, W. D. and Stoltze, H.J. (1983). *Biology: The Study of Life*. New Jersey: Cebco Standard Publishing.
- Schreiner, C. and Sjöberg, S. (2004). Sowing the seeds of rose. background, rationale, questionnaire development and data collection for rose (The Relevance of Science Education)—A comparative study of students' views of science and science education. Department of Teacher Education and School Development. University of Oslo.
- Seferoğlu, S. S. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Seferoğlu, S. S., Akbıyık, C. (2005). İlköğretim öğretmenlerinin bilgisayara yönelik öz-yeterlik algıları üzerine bir çalışma. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 19, 89-101.
- Senemoğlu, N. (2001). *Gelişim, Öğrenme ve Öğretim*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Sevgili, S. (2010). 9.sınıf biyoloji dersi bilim-teknoloji-toplum-çevre (BTTÇ) kazanımlarının öğrencilerde oluşum düzeylerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Sharp, J. G. and Grace M. (2004). Anecdote, opinion and whim: Lesson in curriculum development from primary science education in England and Wales. *Research Paper in Education*, 19(3), 293-321.

Shemesh, M. and Lazarowitz, R. (1988) Formal reasoning skills of secondary school students and their subject matter preferences. *School Science and Mathematics*, 88(5), 376–389.

Skolnick, R. (2009). Case study teaching in high school biology: effects on academic achievement, problem solving skills, teamwork skills, and science attitudes. Unpublished Doctoral Dissertation, Tredent University International University, California.

Smith, D. V. and Gunstone, R. F. (2009). Science curriculum in the market liberal society of the twenty-first century: 'Re-visioning' the idea of science for all. *Research in Science Education*, 39(1), 1–16.

Smith, G. and Matthews, P. (2000). Science, technology and society in transition year: A pilot study. *Irish Educational Studies*, 19(1), 107-119.

Soe, K., Koki, S. and Chang, J. (2000). Effects of computer-assisted instruction (CAI) on reading achievement: a meta-analysis. Pacific Resources for Education and Learning (ERIC Document Reproduction Service No. ED 443 079), Honolulu, HI.

Solomon, E. P., Berg, L. R. and Martin, D. W. (2007). *Biology* (8th ed.). Clifton Park, NJ: Brooks Cole Pub. Co.

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 and Technological Education*, 18(2), 191-199.

Soysal, D. (2012). İlköğretim ve lise öğrencilerinin biyoçeşitliliğin azalması ile ilgili görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir.

Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J. and Coulson, R. L. (1991). Knowledge representation, content specification, and the development of skill in situation-specific knowledge assembly: Some constructivist issues as they relate to cognitive flexibility theory and hypertext. *Educational Technology*, 31(9), 22-25.

Squires, D. and Preece, J. (1996). Usability and learning: Evaluating the potential of educational software. *Computers and Education*, 27(1), 15-22.

Stanek, J. A. Jr. (1983). Why don't cells grow larger? A lab exercise. *The American Biology Teacher*, 45(7), 393-395.

Starr, C. and Taggart, R. (1995). *Biology: The unity and diversity of life*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Co.

Stavroulakis, A. M. (2005). Meio-Socks and Other Genetic Yarns. *The American Biology Teacher*, 67(4), 233-238.

Stevenson, F. F. (1965). A technique for making permanent slides of pollen. *The American Biology Teacher*, 27(2), 124-126.

Stewart, J. (1980). Perspectives: Appropriate research in biology education. *The American Biology Teacher*, 42(8), 484.

Sundberg, M. D. (1981). Making the most of onion root tip mitosis. *The American Biology Teacher*, 43(7), 386-388.

Sungur, S., Tekkaya, C. and Geban, Ö. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91-101.

Sweeney, H. (2010). Academically at-risk students' perceptions of a constructivist high school biology pedagogy. Unpublished Doctoral Dissertation, Walden University, Minneapolis.

Scientific Work Experience Programs for Teachers (1998). Multi-site Student Outcomes Instruments. Student Attitude About Science Instruction. Retrieved June 22, 2008, from <http://www.sweptstudy.org/instruments.html>.

Şems, D. (2006). Lise 1 biyoloji dersi canlıların temel bileşenleri konusunun öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Şimşek, N. (1998). *Öğretim amaçlı bilgisayar yazılımlarının değerlendirilmesi*. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Tabak, I. and Weinstock, M.P. (2005). Knowledge is knowledge is knowledge? The relationship between personal and scientific epistemologies. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 5(3), 307-328.

Tainakaa, K., Yoshimuraa, J. and Ushimaru, T. (2006). Stage-dependent density effect in the cell cycle of budding yeast. *Journal of Theoretical Biology*, 242, 736-742.

Talanquer, V. (2007). Explanations and teleology in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 29(7), 853-70.

Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2007). Kurul karar sayısı: 170. *Millî Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, 70(2602), 966.

Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2008). Kurul karar sayısı: 137. *Millî Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, 71(2610), 403.

Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2009a). Kurul karar sayısı: 195. *Millî Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, 72(2627), 893.

Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2009b). Kurul karar sayısı: 280. *Millî Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, 72(2617), 113.

Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2013). Kurul karar sayısı: 12. *Millî Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi*, 76(2666), 190.

Tamir, P. and Zohar, A. (1991). Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. *Science Education*, 7, 57-67.

Tamir, P. (1985). Causality and teleology in high school biology. *Research in Science and Technological Education*, 3(1), 19-28.

Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R. and Bowen, C. W. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 960-979.

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.

Tekbıyık, A. and Akdeniz, A. R. (2010). A meta-analytical investigation of the influence of computer assisted instruction on achievement in science. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), 12.

Temiz, B .K. (2007). Fizik öğretiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi üniversitesi, Ankara.

Temiz, B .K., Taşar, M. F. and Tan, M. (2006). Development and validation of a multiple format test of science process skills. *International Education Journal*, 7(7), 1007-1027.

Thomson, N. and Stewart, J. (2003). Genetics inquiry: strategies and knowledge geneticists use in solving transmission genetics problems. *Science Education*, 87(2), 161–80.

Tobias, K. M. (2007). A comparative analysis of science-technology-society standards in elementary, middle and high school state science curriculum frameworks. Unpublished Doctoral Dissertation, Florida Atlantic University, Florida.

Tobin, K. G. and Capie, W. (1980). Teaching process skills in the middle school. *School Science and Mathematics*, 80(7), 590-600.

Tobin, K. G. and Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 11, 413-423.

Torrey, J. G. (1963). Root growth and development. *The American Biology Teacher*, 25(2), 94-95.

Tosun, Z. D. (2011). Biyoloji dersine yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Treagust, D. F. and Chandrasegaran, A. L. (2007). The Taiwan national science concept learning study in an international perspective. *International Journal of Science Education*, 29(4), 391–403.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159–169.

Tsai, C. (1999). The progression toward constructivist epistemological views of science: A case study of the STS instruction of Taiwanese high school female students. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1201-1222.

Tsai, C. (2002). A science teacher's reflections and knowledge growth about STS instruction after actual implementation. *Science Education*, 86(1), 23-41.

Tsai, C. C. and Chou, C. (2002). Diagnosing Students Alternative Conceptions in Science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157–165.

Tsui, C. Y. and Treagust, D. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32 (8), 1073–98.

- Türkmen, L. (2001a). Computer assisted biology education. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 89-99.
- Türkmen, L. (2001b). Computer simulation usages in science and biology education. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 85-96.
- Tzenga, J. D., Hsua, S. W., Chung, M. C., Yeha, F. L., Yanga, C. Y., Liua, M. C. et al. (2009). Expression and regulation of two novel anther-specific genes in *Lilium longiflorum*. *Journal of Plant Physiology*, 166, 417-427.
- Uğulu, İ. (2011). Yeniden kazanım eğitiminin (recycling education) ortaöğretim öğrencilerinin bilgi, tutum ve davranışı üzerine etkileri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Uşun, S. (2000). Dünyada ve Türkiye’de Bilgisayar Destekli Öğretim. Ankara: Pegem Yayınları.
- Uzun, N. (2002). Orta öğretim biyoloji programında genetik konularının değerlendirilmesi ve öğrencilerin genetiğe ilgisinin saptanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Virvou, M., Katsionis, G. and Manos, K. (2005). Combining software games with education: Evaluation of its educational effectiveness. *Educational Technology and Society*, 8(2), 54-65.
- Von Glasersfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London: Falmer Press.
- Wang, T. L. and Berlin, D. (2010). Construction and validation of an instrument to measure taiwanese elementary students’ attitudes towards their science class. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2413-2428.
- Ward, G. A. (1988). Handy model for mitosis. *The American Biology Teacher*, 50(3), 170-172.
- Weinburgh, M. E. and Steele, D. (2000). The modified attitudes toward science inventory: Developing an instrument to be used with fifth grade urban students. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 6(1), 87-94.
- White, C. S. and Hubbard, G. (1988). *Computers and education*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Wierzbicka, M. (1998). Lead in the apoplast of *Allium cepa* L. root tips—ultrastructural studies. *Plant Science*, 133, 105–119.
- Williams, M., DeBarger, A. H., Montgomery, B. L., Zhou, X. and Tate, E. (2012). Exploring middle school students’ conceptions of the relationship between genetic inheritance and cell division. *Science Education*, 96(1), 78–103.
- Willson, V. (1983). A meta-analysis of the relationship between science achievement and science attitude: Kindergarten through college. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 839-850.

Wilson, B. (1996). *Introduction: What is a constructivist learning environment?* In B. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

Wilts, M. D. (2002). The effect of computer-assisted instruction and laboratory experimentation on the learning of photosynthesis and respiration in high school biology. Unpublished Master Dissertation, Michigan State University, Michigan.

Wyn, M. A. and Stegink, S. J. (2000). Role-playing mitosis. *The American Biology Teacher*, 62(5), 378-381.

Wynne, C. F., Stewart, J. and Passmore, C. (2001). High school students' use of meiosis when solving genetics problems. *International Journal of Science Education*, 23(5), 501-515.

Yalın, H. İ. (2003). *Öğrenme Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Nobel Yayınları.

Yaman, M. ve Soran, H. (2000). Türkiye’de orta öğretim kurumlarında biyoloji öğretiminin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 229-237.

Yanpar, T. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Yapıcı, İ. Ü. (2011). Biyoloji öğretiminde harmanlanmış öğrenme yönteminin uygulanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.

Yeşilyurt, S. ve Gül, Ş. (2009). Biyoloji tutum ölçeği. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11 239-258.

Yıldırım, O., Kurtuldu, H. M. ve Özaydın, S. (2003). Lise 3. sınıf “biyoteknoloji ve genetik mühendisliği” ünitesinin program tasarısı. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(2), 86-100.

Yıldız, R. (2004). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Konya: Nobel Yayın Dağıtım.

Yılmaz, C. (2005). Uluslararası diploma (international baccalaureate) ile Milli Eğitim Bakanlığı lise 1-3 biyoloji dersi programlarının karşılaştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Yılmaz Tuzun, O. (2008). Preservice elementary teachers’ beliefs about science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 19(2), 183-204.

Yip, C. W. (2009). Causal and teleological explanations in biology. *Journal of Biological Education*, 43(4), 149–51.

Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in naive biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education*, 20(4), 461 – 477.

Yörek, N. (2006). Ortaöğretim öğrencilerinin biyolojik çeşitlilik (Biy çeşitlilik) konusunda kavramsal anlama düzeylerinin araştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

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.

Yüksel, S. (2010). Hücre bölünmesi ve üreme ünitesinin öğretiminde teknoloji kullanımının öğrenci başarısına ve öğrenme ortamına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.

Yüzbaşıoğlu, A. ve Atav, E. (2004). Öğrencilerin günlük yaşamla ilgili biyoloji konularını öğrenme düzeylerinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 276-285.

Zaman, S. (2006). Mitoz ve Mayoz Bölünme Konusunda Geliştirilen Bilgisayar Destekli Biyoloji Öğretim Materyalinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Zohar, A. and Ginossar, S. (1998). Lifting the taboo regarding teleology and anthropomorphism in biology education – heretical suggestions. *Science Education*, 82(6), 679–97.

EKLER

Ek 1. İzin Belgesi



TRABZON 2011
AVRUPA GENÇLİK
OLİMPİYATLARI

Sayı : B.08.4.MEM.4.61.00.04-01.040/ **32538**

Konu : Araştırma İzni.

T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

19 EKİM 2010

VALİLİK MAKAMINA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı doktora öğrencisi Yılmaz KARA'nın Müdürlüğümüze bağlı İlimiz merkez ve Akçaabat İlçesinde bulunan ortaöğretim kurumlarında çalışmalar yapmak isteği Müdürlüğümüz Bilimsel Araştırma Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.

Adı geçen kişinin, "Hücre Bölünmeleri ve Üreme Konusunun Öğretiminde 10.Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programına Uygun Olarak Geliştirilen Bilgisayar Destekli Öğretim Materyalinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi "konulu araştırmasını İlimiz merkez ve Akçaabat İlçesinde bulunan ortaöğretim kurumlarında uygulamak isteği öğrencilerle yapılacak çalışmalarla ilgili veli izni alındığı takdirde Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Selim Yavuz SANDIKÇI
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
19/10/2010

Hüseyin ECE
Vali a.
Vali Yardımcısı



Trabzon Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü
Ayrıntılı bilgi: A.AKSOY İl Milli Eğitim Şb.Md.
Tlf: 462 230 20 94 (323) – 230 39 95
Faks : 230 20 96
e-posta : trabzonmem@meh.gov.tr
bilgiedinme61@meh.gov.tr
kultur61@meh.gov.tr



www.ozgurmedya.meh.gov.tr

www.kocakizil-kizil.com

www.bilgiocunmedya.com.tr

Ek 2. HÜCRE BÖLÜNMELERİ VE ÜREME KAVRAM TESTİ

HÜCRE BÖLÜNMESİ

Bölüm 1

Hayvanlarda deri hücreleri, pek çok yeni deri hücrelerini meydana getirmek üzere defalarca ardı ardına bölünür.



Eğer orijinal deri hücresi soldaki şekilde yer alan kromozomları taşıyor ise yeni deri hücrelerinin hangi kromozomları taşıdığını düşünürsünüz? Aşağıdaki şekillere bakarak YENİ DERİ HÜCRESİNDE bulunacağını düşündüğünüz kromozomları gösteren şeklin altındaki kutucuklardan yalnızca bir tanesini işaretleyiniz.



☐ Orijinal sayının iki katı

☐ Orijinal sayı

☐ Orijinal sayının yarısı

☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

Yeni deri hücresi ile orijinal deri hücresinin içerdiği genetik bilgi aynı mıdır veya farklı mıdır? Lütfen yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.

☐ Aynıdır

☐ Farklıdır

☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Aşağıda sıralanan vücudumuzun her bir parçası için bu parçada yer alan hücrelerin yukarıda belirtilen yolla bölündüğünü göstermek için “evet”, yukarıda belirtilen yolla bölünmediğini göstermek için “hayır”, bölünüp bölünmediğini bilmiyorsanız “bilmiyorum” kutucuklarından lütfen yalnızca bir tanesini işaretleyiniz.

	Evet	Hayır	Bilmiyorum
Kas	☐	☐	☐
Testis (er bezleri)	☐	☐	☐
Ovaryum	☐	☐	☐
Böbrek	☐	☐	☐
Deri	☐	☐	☐
Mide	☐	☐	☐

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Şu ana kadar ki tüm sorular hayvan hücreleri hakkında idi. Büyüme için gerçekleşen bu tip bölünmenin bitkilerde de aynı yolla gerçekleştiğini düşünüyor musunuz? Lütfen yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.

☐ Evet

☐ Hayır

☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Bölüm 2

Hücreler, aynı zamanda üreme hücreleri (yumurta ve sperm) üretilirken de bölünürler.



Orijinal hücre

Eğer orijinal hücre yukarıdaki şekilde yer alan kromozomları içeriyorsa oluşacak yumurta hücresinin hangi kromozomları içereceğini düşünürsünüz? Aşağıdaki diyagramlara bakarak yumurta hücresinde bulunacağını düşündüğünüz kromozomları gösteren kutucuklardan yalnızca bir tanesini işaretleyiniz.



☐ Orijinal sayının iki katı

☐ Orijinal sayı

☐ Orijinal sayının yarısı

☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Oluşacak yeni yumurta hücresi ile orijinal hücrenin içerdiği genetik bilgi aynı mıdır yoksa farklı mıdır?

☐ Aynıdır

☐ Farklıdır

☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Aşağıda sıralanan vücudumuzun her bir parçası için bu parçada yer alan hücrelerin yukarıda belirtilen yolla bölündüğünü göstermek için “evet”, yukarıda belirtilen yolla bölünmediğini göstermek için “hayır”, bölünüp bölünmediğini bilmiyorsanız “bilmiyorum” kutucuklarından lütfen yalnızca bir tanesini işaretleyiniz.

	Evet	Hayır	Bilmiyorum
Kas	☐	☐	☐
Testis (er bezleri)	☐	☐	☐
Ovaryum	☐	☐	☐
Böbrek	☐	☐	☐
Deri	☐	☐	☐
Mide	☐	☐	☐

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Şu ana kadar bölüm ikide yer alan tüm sorular hayvan hücreleri hakkında idi. Üreme hücrelerinin oluşumu için gerçekleşen bu tip bölünmenin bitkilerde de aynı yolla gerçekleştiğini düşünüyor musunuz? Lütfen yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.

☐ Evet

☐ Hayır

☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

ÜREME

Bölüm 1

Hayvanlarda, bir sperm hücresi bir yumurta hücrelerini döllendiğinde yeni bir hücre oluşur. Bu yeni hücre daha sonra yeni bir hayvanı meydana getirir.



Eğer bir hayvanın yumurta hücresi soldaki şekilde yer alan kromozomları taşıyor ise sperm hücrelerinin hangi kromozomları taşıdığını düşünürsünüz? Aşağıdaki şekillere bakarak SPERM HÜCRESİNDE bulunacağını düşündüğünüz kromozomları gösteren şeklin altındaki kutucuklardan yalnızca bir tanesini işaretleyiniz.



☐ 6 kromozomlu ☐ 5 kromozomlu ☐ 3 kromozomlu ☐ 2 kromozomlu ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

Şimdi aşağıdaki şekillere bakınız ve yukarıdaki yumurta hücrelerinin döllenmesiyle oluşacak YENİ DÖLLENMİŞ HÜCREDE hangi kromozomların bulunacağını düşünürsünüz? Lütfen yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.



☐ 6 kromozomlu ☐ 5 kromozomlu ☐ 3 kromozomlu ☐ 2 kromozomlu ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Bir sperm ya da bir yumurta hücrelerinin birleşmeden, kendi başlarına da yeni bir canlıyı meydana getirebilirler mi? Lütfen yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.

☐ Evet ☐ Hayır ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Bölüm 2

Aşağıda aralarında bakteriler, mavi yeşil alglerinde bulunduğu prokaryotik hücre yapısına sahip canlıların prokaryotların üreyebileceği alternatif yollar listelenmiştir. Lütfen prokaryotların nasıl ürediğini düşündüğünüzü göstermek için yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.

☐ Eşeyli üreme ☐ Eşeysiz üreme ☐ Hem eşeyli hem eşeysiz ☐ Fikrim yok

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Bölüm 3

Aşağıda bitkilerin üreyebileceği alternatif yollar listelenmiştir. Lütfen bitkilerin nasıl ürediğini düşündüğünüzü göstermek için yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.

☐ Eşeyli üreme ☐ Eşeysiz üreme ☐ Hem eşeyli hem eşeysiz ☐ Fikrim yok

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

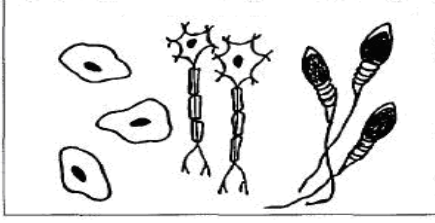
.....

.....

.....

HÜCRELER

Bu bölümde yer alan sorular vücudumuzda yer alan değişik tipteki hücrelerle ilgilidir.



Yandaki şekilde soldan sağa doğru sırasıyla Recep'e yanak hücreleri, sinir hücreleri ve sperm hücreleri görülmektedir.

Bölüm 1

Bu bölümde yer alan sorular aynı bireye (Recep) ait değişik tipteki hücrelerle ilgilidir.

Lütfen sorulara aşağıdaki kutucuklardan yalnızca bir tanesi işaretleyerek cevap veriniz. Nedenlerinizi açıklayınız.

Eğer Recep'in iki yanak hücrelerini dikkate alırsak, hücrelerdeki genetik bilgi,

☐ Aynıdır ☐ Farklıdır ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Eğer Recep'in bir yanak hücrelerini ve bir sinir hücrelerini dikkate alırsak, hücrelerdeki genetik bilgi,

☐ Aynıdır ☐ Farklıdır ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Eğer Recep'in bir yanak hücrelerini ve bir sperm hücrelerini dikkate alırsak, hücrelerdeki genetik bilgi,

☐ Aynıdır ☐ Farklıdır ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Eğer Recep'in iki sperm hücrelerini dikkate alırsak, hücrelerdeki genetik bilgi,

☐ Aynıdır ☐ Farklıdır ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Bölüm 2

Bu bölümde yer alan sorular iki farklı bireye ait aynı tipteki hücrelerle ilgilidir.

Eğer Deniz'in bir yanak hücrelerini ve Recep'in bir yanak hücrelerini dikkate alırsak, hücrelerdeki genetik bilgi,

☐ Aynıdır ☐ Farklıdır ☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Recep'in derisi üzerinde "ben" adı verilen siyah noktalar hücre sayısının artması sonucu büyümüş ve bir kitle oluşturmuştur. Kitlenin oluşumuna neden olan ne olabilir? Lütfen bu konuda bir fikre sahip olup olmadığınızı kutucuklardan yalnızca birini işaretleyerek gösteriniz.

☐ Aynıdır

☐ Farklıdır

☐ Bilmiyorum

Lütfen cevabınızın nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

Ek 3. İLETİŞİM BECERİLERİ TUTUM DEĞER KAZANIMLARI ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenci arkadaşlarım

Hazırlamış olduğumuz bu anket, lise öğrencilerinin biyolojiye karşı tutumlarını araştırmak üzere yapılacak bir çalışmada kullanılabilecek olan veri setini elde etmek amacıyla sizlere sunulmuştur. Anketi aşağıda belirtilen talimatlara uygun olarak doldurunuz. Anlaşılmayan noktalar varsa anket uygulayıcısından yardım isteyiniz. Formu doldururken vereceğiniz cevapların doğruluğu konusunda elinizden gelen hassasiyeti göstermenizi önemle rica eder, derslerinizde başarılar dilerim.

Okulunuz :

Şubeniz : () A () B () C () D

Yaşınız :

Cinsiyetiniz : () Kız () Erkek

Talimatlar

Elinizdeki form bir sınav değil, ankettir. Dolayısıyla aşağıdaki soruların doğru ve yanlış cevapları yoktur. Sizin görüşleriniz araştırılacaktır.

Aşağıda biyoloji tutumlarınıza ilişkin önermeler yer almaktadır. Önermelere,

Kesinlikle Katılmıyorum

Katılmıyorum

Fikrim yok

Katılıyorum

Kesinlikle Katılıyorum,

şeklindeki seçeneklerden size uygun olanının karşısındaki rakamı daire içerisine alarak cevap veriniz.

Örnek önerme

1	Liseyi bitirdiğimde üniversiteye gitmektense çalışmayı tercih ederim.	5	4	3	2	1

Önermeye “kesinlikle katıldığınızı” varsayalım. Örnekte olduğu gibi 5 rakamını daire içerisine alınız.

Eğer bir önerme ile ilgili fikrinizi değiştirseniz üzerine çarpı işareti koyup başka bir seçeneği işaretleyiniz.

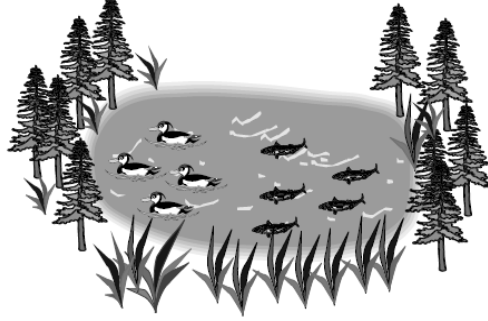
Önermelerden hiç birini boş bırakmamanız gerekmektedir.

1	Biyoloji derslerine çalışmak için motive edilmem gerekmez.	5	4	3	2	1
2	Doğa kuluplerine katılmak isterim.	5	4	3	2	1
3	Bana göre, sınıf arkadaşlarımla biyoloji dersinde biyolojik olayları tartışmak zaman kaybıdır.	5	4	3	2	1
4	Biyolojik deneyler yaparken beklenen sonuçlar kadar beklenmeyen sonuçları da rapor ederim.	5	4	3	2	1
5	Evde televizyonda biyoloji programı izlerken sıkılırım.	5	4	3	2	1
6	Biyolojik problemler çözerken yeni fikirleri dinlemek ilgimi çeker.	5	4	3	2	1
7	Bilimsel dergilerdeki biyoloji makalelerinde yazılanlar ilginçtir.	5	4	3	2	1
8	Belirli bir biyoloji problemini çözmeyi başardıktan sonra aynı metodun başka problemlere hangi durumlarda uygulayabileceğimi anlamaya çalışırım.	5	4	3	2	1
9	Doğal yaşamda belirli bir canlıyı incelerken, biyologlar incelenen canlının taşınması muhtemel tüm özellikleri araştırır.	5	4	3	2	1
10	Hayvanlar da insanlar gibi yaşama hakkına sahiptir	5	4	3	2	1
11	Fazla zaman gerektirmesi durumunda biyoloji deneyleri yapmamayı tercih ederim.	5	4	3	2	1
12	Bir biyolojik probleme çözüm bulmanın en iyi yolu deney yapmak değil bir biyoloğa cevabı sormaktır.	5	4	3	2	1
13	Birisi benimle biyoloji ile ilgili bir şeyler konuşurken gergin hissederim.	5	4	3	2	1
14	Ben kişisel olarak çevreye ne olacağını etkileyebilirim	5	4	3	2	1
15	Bana göre, biyolojik sorunları birden fazla yöntemle çözmek zaman kaybıdır.	5	4	3	2	1
16	Biyolojik deneyler yaparken yeni metodlar kullanmaya istekli değilimdir.	5	4	3	2	1
17	Biyoloji günlük hayatta karşılaştığımız problemleri çözmeye yardımcı olmak için kullanılır.	5	4	3	2	1
18	Biyoloji ile ilgili radyo konuşmaları dinlemek ilginç değildir.	5	4	3	2	1
19	Biyolojik deneyler yaparken, deneylerimin beklenen sonuçları vermesi için gerekli güvenlik önlemlerine uymaya dikkat ederim.	5	4	3	2	1
20	Biyoloji derslerini biyolojinin doğadaki belirli şeylerle ilişkisini düşünmeme imkan verdiği için severim.	5	4	3	2	1
21	Biyoloji derslerine girmek zorunda olmak beni korkutur.	5	4	3	2	1
22	Botanik bahçeleri gibi yerleri gelecek okul gezisinde ziyaret etmek hoşuma gider	5	4	3	2	1
23	Bana göre, sınıf arkadaşlarımla biyoloji dersinde biyolojik olayları tartışmak akıl yürütme yeteneğimi geliştirmeme yardımcı olur.	5	4	3	2	1
24	Kanıtlar bir konu hakkında sahip olduğum düşüncemin zayıf olduğunu gösterdiğinde düşüncemi değiştime noktasında isteksizimdir.	5	4	3	2	1
25	Biyoloji ile ilgili ödev verilmemiş olsa bile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.	5	4	3	2	1
26	Deneyler yaparak biyoloji problemleri çözme girişimi zaman kaybıdır.	5	4	3	2	1
27	Çevreyi tehdit eden unsurlar benim işim değil	5	4	3	2	1
28	Biyolojik ödevimdeki problemlerde yer alan soruların hepsini cevapladıktan sonra cevaplarımı ve sonuca gidiş yolumu kontrol ederim.	5	4	3	2	1
29	Doğal yaşamda belirli bir canlıyı incelerken, biyologlar çalışmanın amacıyla ilişkisi dikkate alınan belirli özellikler üzerine odaklanır.	5	4	3	2	1
30	Biyoloji dersleri doğaya olan saygımı artırır	5	4	3	2	1
31	Biyoloji çalışırken bir zorlukla karşılaştığımda çalışmayı bırakırım.	5	4	3	2	1
32	Topraktaki suyun ağacın yaprağına nasıl ulaştığını bilimsel dergilerde	5	4	3	2	1

	yazılanları okuyarak öğrenmektense deney yaparak bulmayı tercih ederim.					
33	Biyoloji derslerinde pek iyi yapamam.	5	4	3	2	1
34	Her birimizin çevre korumaya önemli katkı yapabileceğini düşünüyorum	5	4	3	2	1
35	Yanlış sonuç bulduğum bir soruyu öğretmen çözdükten sonra kendi çözüm yolum ile öğretmenin çözüm yolu arasındaki farkı anlamaya çalışırım.	5	4	3	2	1
36	Biyolojik deneyler yaparken, daha önce kullanılmayan metodları kullanmayı severim.	5	4	3	2	1
37	Ders kitabından veya materyalinden ders çalışırken biyoloji derslerinde öğrendiğim gibi anlamını anlamak için kendi yöntemimle yeniden yapılandırırım.	5	4	3	2	1
38	Okuldan sonra biyoloji ile ilgili konuşmak sıkıcı olur.	5	4	3	2	1
39	Gezilerde kendimin ve arkadaşlarımin zarar görmemesi için konulan kurallara uymaya çalışırım.	5	4	3	2	1
40	Biyoloji derslerinde farklı kaynaklarda tartışılan biyolojik konular ile ilgili sorular sormak isterim.	5	4	3	2	1
41	Biyoloji öğrenme konusunda gerçekten istekliyim.	5	4	3	2	1
42	Yaz tatilim boyunca ekolojik aktivitelere katılmakla ilgilenmem.	5	4	3	2	1
43	Sınıf tartışmalarında arkadaşlarımin fikirlerini öğrenmek dersi daha iyi anlamama yardımcı olur.	5	4	3	2	1
44	Uzun zamandır başarılı bir biçimde kullanılan ve günümüzde biyologlar tarafından kabul edilen canlılar ile ilgili fikirler bazı yönleriyle tamamen modifiye edilebilirler.	5	4	3	2	1
45	Biyoloji dersleri henüz açıklayamadığımız şeylerle ilgili merakımı artırır.	5	4	3	2	1
46	Çevre problemlerine daha önce düşünülmemiş değişik çözüm yolları üretmeye çalışırım	5	4	3	2	1
47	Biyoloji derslerinde biyologların canlıları nasıl incelediklerini öğrenmek isterim.	5	4	3	2	1
48	Biyoloji derslerinde başarılı olmak için, ders kitabı ve materyallerini kendi yöntemimle yeniden yapılandırarak anlamlandırmak için gözden geçirmeliyim.	5	4	3	2	1

Ek 4. Bilimsel Araştırma ve Bilimsel Süreç Becerileri Testi

1. Popülasyon belirli bir zamanda belirli bir bölgede yaşayan aynı tür canlılardan oluşur



Yukarıdaki resim dikkate alındığında aşağıdakilerden hangisi bir popülasyon ifade etmez?

- a. Göldeki ördekler
- b. Göl kenarındaki meşe ağaçları
- c. Göldeki balıklar
- d. Göl kenarındaki tüm bitkiler *

2. Bir biyolog “Farelere ne kadar çok vitamin verilirse o kadar hızlı büyürler” hipotezini test etmek ister. Biyolog farelerin büyüme hızını nasıl ölçebilir?

- a. Her gün farelerin hızını ölçer.
- b. Farelerin günlük uyku sürelerini ölçer.
- c. Her gün farelerin ağırlıklarını ölçer.*
- d. Her gün farelerin yiyeceği vitaminleri tartar.

3. Can evinin yakınlarına çimento fabrika yapılması konusunda görüşünü soran bir mektup alır. Can'ın aşağıdaki öngörülerden hangisine dayalı olarak bir görüş belirtmesi beklenmez?

- a. Fabrikadan çıkan gazlar çevre sakinlerinin sağlığını olumsuz yönde etkiler.
- b. Fabrikadan çevreye daha fazla karbondioksit yayılacağı için bitkilere faydalı olur. *
- c. Fabrikanın yapacağı hava kirliliğinden bölgede yaşayan hayvanlar olumsuz etkilenir.
- d. Fabrika işsizlik oranı yüksek bölge insanı için yeni iş olanakları anlamına gelir.

4. Bir kase yoğurt içine 2-3 kaşık süt ilave edip iyice karıştırarak yoğurt mayanızı hazırlayın. Hazırladığınız mayayı ılık süt içerisine ilave ederek eşit bir biçimde yayılmasını sağlayın. Mayalanmış sütün bulunduğu kabın etrafı bir bez yardımı ile sarıp 5-6 saat bekletin.

Yukarıdaki tarife göre mayalanan sütün yoğurt tutmaması ile ilgili aşağıdaki tahminlerden hangisi yapılamaz?

- a. Sütün bulunduğu kabın etrafında bulunan bezden içeri hava sızmıştır.*
- b. Yoğurt bakterilerinin çoğalması için yeterli sıcaklık sağlanamamıştır.
- c. Mayalama için kullanılan yoğurttaki bakteri sayısı yetersiz kalmıştır.
- d. Kullanılan süt yoğurt bakterilerinin çoğalmasına elverişli değildir.

5. Canlılar hücrelerden oluşmuştur. Bir hücrede değişik işlevleri yerine getiren yapılar bulunur. Hücre zarı hücreye madde giriş çıkışından sorumludur. Çekirdek hücre yönetiminden sorumludur. Mitokondrilerde hücresel faaliyetler için gerekli enerji üretilir. Lizozom ise hücre içi sindirim görevini üstlenmiştir. Hücre içi yapılar ve belirtilen özellikleri dikkate alındığında aşağıdaki benzerliklerden hangisi kurulamaz?

- a. Hücre zarı - Gümrük kapısı
- b. Çekirdek - Atom*
- c. Mitokondri - Enerji santrali
- d. Lizozom - Mide

6. Doruk yaylası tesislerinde bulunan bir kaynaktan böbrek taşı oluşumunu önlediğine inanılan doğal kaynak suyu çıkmaktadır. Kaynak suyunun böbrek taşı oluşumunu önleyici etkisinin olup olmadığı aşağıdaki yöntemlerden hangisi ile kesin olarak belirlenebilir?

- a. İçmece kaynağından çıkan suyun bileşimi analiz edilir.*
- b. Böbrek taşı hastalarına düzenli olarak kaynak suyu içirilir.
- c. İçmece yakınlarında oturanlara böbrek taşı olup olmadığı sorulur.
- d. Kaynak suyunun böbrek taşlarını eritip eritmediği test edilerek.

7. Bir çiftçi dalia çok mısır üretebilmenin yollarını aramaktadır. Mısır miktarını etkileyen faktörleri araştırmayı tasarlar.

Araştırmaya başlamadan önce hangi kaynağa başvurarak çok yönlü bilgi toplayabilir?

- a. Mısır üretimi ile ilgili web sitelerini dolaşır.*
- b. Ziraat odasından bir tarım uzmanına sorar.
- c. En yaşlı mısır üreticisinin önerilerini alır.
- d. Mısır üretimini konu edinen bir kitap edinir.

8. Murat daha öncede olduğu gibi kolunda mantar lekeleri oluşmaya başladığını fark eder. Annesi mantarların havuzdan bulaştığını ve havuza gitmeyi bırakmasını söyler. Babası hastalığı geçene kadar çamaşırlarını en yüksek sıcaklıkta yıkamasını tavsiye eder. Ablası

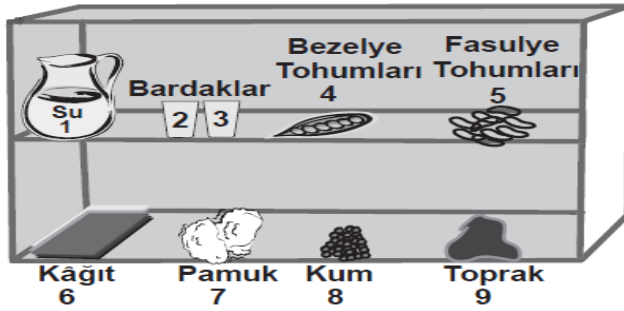
ise zaman kaybetmeden daha önce kullandığı ilaçlara başlamasını önerir. Abisi ise televizyonda gördüğü ve mantara karşı etkili karışımı sipariş etmesini ister.

İleri sürülen görüşleri dinleyen Murat içlerinden yanlı görüş içermeyen kimin görüşüne uymuş olabilir?

- a. Anne
- b. Baba*
- c. Abla
- d. Abi

9. Bir öğrenci nemli topraktaki fasulye tohumlarının, nemli pamuk arasındaki fasulye tohumlarından daha önce çimleneceğini düşünüyor.

Bu durumu deneyle gözlemek için aşağıdaki dolaptan kaç numaralı araç ve gereçleri seçmelidir?



- a. 2, 4, 8
- b. 3, 5, 6, 9
- c. 1, 4, 5, 6, 7
- d. 1, 2, 3, 5, 7, 9*

10. Mikroskopta görüntü bulurken preparat nesne tablasının üzerindeki sıkıştırma klipslerinin altına yerleştirilir. En düşük büyütme seviyesi olan objektif ile çalışmaya başlanır. Kaba ayar düğmesi ile nesne tablası en üst seviyeye çıkartılır. Daha sonra okülere bakarak preparattaki görüntü belirinceye kadar kaba ayar düğmesi aşağıya doğru çevrilir. Kaba ayar yapıldıktan sonra ince ayar düğmesi ile kesin bir görüntü alıncaya kadar ayar yapılır. Büyütmeyi arttırmak için hareketli revolver saat yönünde çevrilir. Her objektif değişikliğinde sadece ince ayar düğmesi ayarlanarak görüntü odaklanır.

En düşük objektif olan 4x10 büyütme ile görüntü bulan bir öğrenci daha sonra ne yapmalıdır?

- a. Kesin görüntü alana kadar ince ayar düğmesi ile ayar yapmalıdır.
- b. Kaba ayar düğmesi ile nesne tablasını en üst seviyeye çıkarmalıdır.
- c. Büyütmeyi arttırmak için revolveri saat yönünde çevirmelidir.*
- d. Bir sonraki preparatı sıkıştırma klipslerinin altına yerleştirmelidir.

11. Bir araştırmada dört büyük saksıya aynı miktarda ve tipte toprak konulmuştur. Fakat birinci saksıdaki toprağa 15 kg., ikinciye 10 kg., üçüncüye ise 5 kg. çürümüş yaprak

karıştırılmıştır. Dördüncü saksıdaki toprağa ise hiç çürümüş yaprak karıştırılmamıştır. Daha sonra bu saksılara domates ekilmiştir. Bütün saksılar güneşe konmuş ve aynı miktarda sulanmıştır. Her saksıdan elde edilen domates tartılmış ve kaydedilmiştir.

Araştırmada kullanılan teknikler dikkate alındığında aşağıdaki araçlardan hangisinin kullanılması beklenmez?

- a. Terazî
- b. Dereceli silindir
- c. Metre*
- d. Kürek

12, 13, 14 ve 15 numaralı sorulara aşağıdaki açıklamayı dikkate alarak cevap veriniz.

Açıklama: Bir araştırmada dört büyük saksıya aynı miktarda ve tipte toprak konulmuştur. Fakat birinci saksıdaki toprağa 15 kg., ikinciye 10 kg., üçüncüye ise 5 kg. çürümüş yaprak karıştırılmıştır. Dördüncü saksıdaki toprağa ise hiç çürümüş yaprak karıştırılmamıştır. Daha sonra bu saksılara domates ekilmiştir. Bütün saksılar güneşe konmuş ve aynı miktarda sulanmıştır. Her saksıdan elde edilen domates tartılmış ve kaydedilmiştir.

12. Bu araştırmada hangi probleme cevap aranmaktadır?

- a. Güneşten alınan ışık miktarının domates üretimine etkisi nedir?
- b. Saksı büyüklüğünün toprağa karıştırılan yaprak miktarına etkisi nedir?
- c. Saksılara konulan su miktarının yaprakların çürümesine etkisi nedir?
- d. Toprağa karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisi nedir?*

13. Bir araştırmada, bağımlı değişken birtakım faktörlere bağımlı olarak gelişim gösteren değişkendir. Bağımsız değişkenler ise bağımlı değişkene etki eden faktörlerdir. Örneğin, araştırmanın amacına göre kimya başarısı bağımlı bir değişken olarak alınabilir ve ona etki edebilecek faktör veya faktörler de bağımsız değişkenler olurlar.

Bu araştırmadaki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkeni hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

	<u>Kontrol</u>	<u>Bağımlı</u>	<u>Bağımsız</u>
a.	Toprak miktarı	Karıştırılan yaprak miktarı	Elde edilen domates miktarı
b.	Karıştırılan yaprak miktarı	Elde edilen domates miktarı	Toprak miktarı
c.*	Toprak miktarı	Elde edilen domates miktarı	Karıştırılan yaprak miktarı
d.	Elde edilen domates miktarı	Toprak miktarı	Karıştırılan yaprak miktarı

14. Aşağıdaki ölçüm sonuçlarından hangisi “toprağa ne kadar çok çürük yaprak karıştırılırsa, o kadar fazla domates elde edilir” hipotezini destekler niteliktedir?

	<u>Saksı 1</u>	<u>Saksı 2</u>	<u>Saksı 3</u>	<u>Saksı 4</u>
a.*	12	10	8	5
b.	5	8	10	12
c.	12	10	5	8
d.	8	12	10	5

15. Birinci saksıdan 25 kg., ikinci saksıdan 18 kg., üçüncü saksıdan 10 kg. Ve dördüncü saksıdan 5 kg. domates elde edildiği belirlendiğine göre araştırmadan nasıl bir sonuç çıkarılabilir?

- a. Bitkiler güneşten ne kadar çok ışık alırlarsa, o kadar fazla domates verirler.
- b. Saksılar ne kadar büyük olursa, karıştırılan yaprak miktarı o kadar fazla olur.
- c. Toprağa ne kadar çok yaprak karıştırılırsa, o kadar fazla domates elde edilir.*
- d. Saksılar ne kadar çok sulanırsa, içlerindeki yapraklar o kadar çabuk çürür.

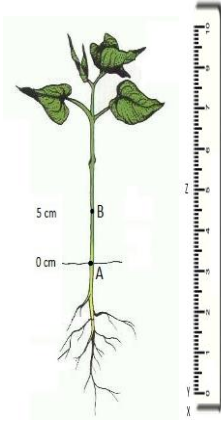
16. Akvaryumundaki balıkların bazen hareketli bazen durgun olduğunu gözlemleyen bir öğrenci balıkların hareketli olmasına etki eden faktörleri incelemek ister. Balık hareketliliğini etkileyen faktörler aşağıdaki tahminlerden hangisi ile test edilemez?

- a. Akvaryuma ne kadar çok yem konursa, balıklar o kadar hareketli olur.
- b. Akvaryum ne kadar çok ışık alırsa, balıklar o kadar hareketli olur.
- c. Suda ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar hareketli olur.
- d. Balıklar ne kadar hareketli olursa o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır.*

17. Bir bahçıvan domates üretimini hızlandırmak istemektedir. Değişik birkaç alana domates tohumu eker. Hipotezi, tohumlar ne kadar çok sulanırsa, o kadar çabuk filizleneceğidir. Bu hipotezi nasıl sınar?

- a. Farklı miktarlarda sulanan tohumların kaç günde filizleneceğine bakar.*
- b. Her sulama işleminden bir gün sonra domates filizlerinin boyunu ölçer.
- c. Farklı alanlarda filizlenen domates bitkilerine verilen su miktarını ölçer.
- d. Filizlenmesi için farklı alanlara ekilen domates tohumu sayısına bakar.

18. X maddesinin bitkilerin boy uzamasına etkisini araştırmak isteyen bir bilim adamı 5 cm uzunluğunda bitkiler alarak her gün aynı miktar X maddesini aynı miktar su ile karıştırarak bitkilere verir.



Bir hafta sonunda bitkinin boyunda meydana gelen değişimi ölçmek isteyen araştırmacı nasıl bir ölçüm yapmalıdır?

- a. Cetvelin Z noktasını bitkinin A noktasına getirerek.
- b. Cetvelin Y noktasını bitkinin B noktasına getirerek. *
- c. Cetvelin X noktasını bitkinin B noktasına getirerek.
- d. Cetvelin Y noktasını bitkinin A noktasına getirerek.

19. Bir araştırmacı ağır metal ölçüm cihazının doğru Ölçüm yapıp yapmadığından emin olmak ister. Daha önceden içerisindeki ağır metal miktarını bildiği farklı yükseklikte yetişmiş çay yapraklarından elde ettiği özüt ile iki ayrı yöntem kullanarak ölçüm yapar. Yaptığı ölçümlerden yola çıkan bilim adamı aşağıdaki tabloyu hazırlar.

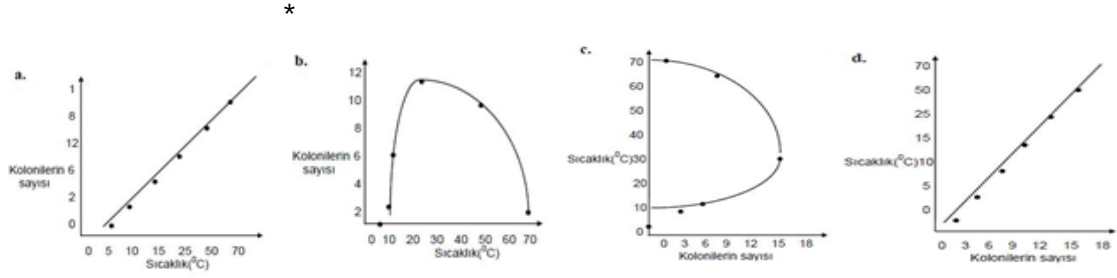
Yükseklik (m)	0	100	200
Bilinen miktar (mg/ton)	50	30	20
Yöntem I (mg/ton)	50	30	20
Yöntem II (mg/ton)	50	35	27

Yaptığı ölçüm sonuçlarını inceleyen bilim adamı ölçümlerde ortaya çıkan hatayla ilgili hangi yorumu yapamaz?

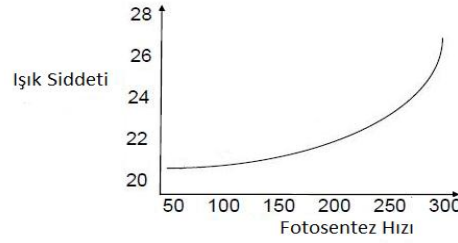
- a. Yöntemleri uygularken yanlış yol izlemiştir.
- b. Metal ölçüm cihazı yanlış ölçüm yapmaktadır.
- c. Yöntem II cihaz için uygun bir yöntem değildir.
- d. Cihaz farklı yükseklikler için iyi sonuç vermemektedir. *

20. Sıcaklığın bakterilerin gelişimi üzerindeki etkilerini araştıran bir bilim adamı yaptığı deney sonucunda bir petri kabı içerisinde 5 °C'de hiç koloni gelişmediğini, 10 °C'de 2, 15 °C'de 6, 25 °C'de 12, 50 °C'de 8 ve 70 C'de 1 koloni geliştiğini gözlemler.

Aşağıdaki grafiklerden hangisi sıcaklık ve koloni sayısına ait verileri doğru olarak göstermektedir?



21. Değişik şiddetlerde ışığa maruz bırakılan bir bitkinin fotosentez hızında meydana gelebilecek değişimi belirlemek üzere bir çalışma yapılmış ve elde edilen veriler aşağıdaki grafikte özetlenmiştir.



Grafiğe göre ışık şiddeti ile fotosentez arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?

- a. Fotosentez hızı arttıkça ışık şiddeti azalır.
- b. Fotosentez hızı arttıkça ışık şiddeti artar.*
- c. Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı azalır.
- d. Fotosentez hızı ile ışık şiddeti artışı arasında bir ilişki yoktur.

22. Gübrelerin bitkilerin boy uzunluğuna etkisini inceleyen bir bilim adamı gübre miktarının artmasıyla çimenlerin boy uzunluğunun arttığı ancak belirli bir gübre miktardan sonra boy uzamasının azaldığı sonucuna varır. Ulaştığı bu sonucu diğer araştırmacıların elde ettiği veriler ile karşılaştırmak ister. İki farklı araştırmacıya ait deneysel verileri bir tablo haline getirir.

Gübre miktarı (kg)		Ortalama çimen boyu (cm)	
Araştırmacı X	Araştırmacı Y	Araştırmacı X	Araştırmacı Y
10	10	7	7
20	30	9	10
40	50	11	12
60	80	13	14
80	100	14	12

Tabloda yer alan verileri inceleyen bilim adamı ulaştığı sonuç ile ilgili nasıl bir davranışta bulunur?

- a. Kendi elde ettiği veri setinde bir hata olup olmadığını kontrol eder.
- b. Yeni bir hipotez kurarak kontrollü deneyler yapmaya devam eder.
- c. Çeşitli araştırmacıların verileri ile sonuçlarını doğrulamaya çalışır.*
- d. Daha önce benzer sonuçlara ulaşıldığı için çalışmasına son verir.

23. Can, yedi ayrı bahçedeki çimenleri biçmektedir. Çim biçme makinesiyle her hafta bir bahçedeki çimenleri biçer. Çimenlerin boyu bahçelere göre farklı olup bazılarında uzun bazılarında kısadır. Çimenlerin boy uzunluğunun kullanılan gübre miktarına bağlı olduğunu düşünür. Test için her bahçede aynı miktarda gübre kullanır. Ancak, çimen uzunlukları bahçelere göre farklılık göstermeye devam eder.

Can bu durumda nasıl davranmalıdır?

- a. Gübrenin çimlerin boy uzunluğu üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna varmalıdır.
- b. Çimlerin uzamasına bir etkisi olmadığından gübre kullanımından vazgeçmelidir.
- c. Çimenler farklı uzunlukta olmaya devam ettiğinden ikinci bir hipotez kurmalıdır.*
- d. Çimenlerin boy uzaması üzerine her hangi bir etkisi olmayan gübreyi iade etmelidir.

24. Bir diyetisyen hazırladığı vitamin kompleksinin egzersizlerden önce düzenli kullanılması durumunda kas yapımını hızlandırıcı etki gösterdiğini iddia etmektedir. Bir spor salonunda benzer sürelerde benzer egzersizleri yapan aynı vücut ölçülerine sahip 20 gönüllü kol kaslarının çapının ölçülmesine izin vermiştir. Gönüllülerden 10'u düzenli olarak vitamin kompleksi kullanırken diğer 10 gönüllü normal diyetlerine devam etmiştir. 3 hafta sonunda vitamin kompleksi kullanan gönüllülerin kol kası çaplarının kullanmayanlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Bu olayda aşağıdaki sonuçlardan hangisine varılamaz?

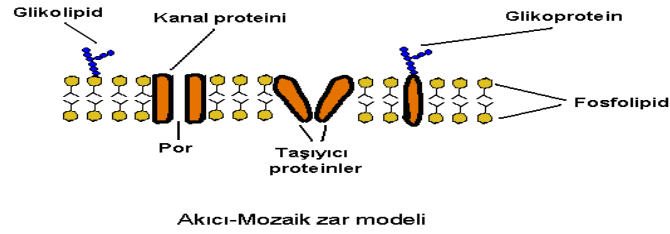
- a. Vitamin kompleksinin kas kitlesi üzerinde etkili olup olmadığı kol kası çapı ölçülerek belirlenebilir.
- b. Vitamin kompleksinin egzersiz öncesi düzenli olarak alınması kas kitlesi artışını teşvik etmektedir.
- c. Vitamin kompleksinin kas kitlesinde artış meydana getirebilmesi için belirli bir süre gerekmektedir.
- d. Vitamin kompleksi kullanmaya devam edilirse 4 hafta sonunda daha fazla kas kitlesine sahip olunur.*

25. Yetiştirdiği elma ağaçlarının yapraklarında zararlı bir böcek olduğunu gören bir çiftçi zararlı böcekleri yok etmek ister. Kendisi gibi bahçıvan olan abisi toz halindeki, tarım uzmanı ise spray halindeki böcek ilacının daha etkili olduğunu söyler.

Bu durumda bahçıvanın yaprak bitleriyle nasıl mücadele etmesi gerektiğini savunursunuz?

- a. Doğaya zarar verdiği için böcek ilacı kullanmaktan vazgeçmelidir.
- b. Tarım uzmanlarının önerdiği spray haldeki böcek ilacını kullanmalıdır.
- c. Bahçıvan abisinin önerdiği toz haldeki böcek ilacını kullanmalıdır.
- d. İki ilacı bir kaç ağaçta deneyip elde ettiği verilere göre tercih yapmalıdır.*

26.



Yukarıda şekli verilen model kullanılarak aşağıdakilerden hangisi açıklanamaz?

- a. Hücre zarının nasıl oluştuğu*
- b. Hücre zarının hareketli olduğu
- c. Hücre zarının moleküler yapısı
- d. Hücre zarından madde geçişi

27. Yapılan araştırmalar her canlının gelişebilmesi, üreyip çoğalabilmesi için uygun sıcaklık şartlarının sağlanması gerektiğini ortaya koymuştur. Uygun olmayan sıcaklıklarda ise gelişimin yavaşladığı veya durduğu belirlenmiştir.

Sıcaklık ve gelişim arasındaki ilişki aşağıdaki olayların hangisini açıklamak için kullanılabilir?

- a. Depoda unutulmuş salatalıklar bozulurken turşusu kurulan salatalıklar yenilebilir konumdadır.
- b. Oda sıcaklığında tutulan peynir küflenirken soğutucuya konulan peynirde küf oluşmamaktadır.*
- c. Sıcak bölgelerdeki kauçuklar küçük yapraklı olurken ılık bölgelerdekiler büyük yapraklı olmuştur.
- d. Yılanlar güneşli havalarda daha hareketliken kapalı havalarda daha yavaş hareket etmektedir.

Ek 5. Bilim-Teknoloji-Toplum-Çevre Kazanımları Testi

1. Toplum ve hükümet ajansları bilim insanlarına neyi araştırmaları gerektiğini söylemelidir; aksi halde bilim insanları sadece kendi çıkarlarına olanı araştıracaktır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Toplum ve hükümet ajansları bilim insanlarına neyi araştırmaları gerektiğini söylemelidir

- A. böylece bilim insanlarının çalışmaları toplumun ilerlemesine yardımcı olabilir.
- B. sadece önemli toplumsal problemler için; aksi halde bilim insanları neyi araştıracaklarına kendileri karar vermelidir.
- C. Tüm taraflar eşit söze hakkına sahip olmalıdır. Her ne kadar bilim insanları genellikle toplumun ihtiyaçlarından haberdar olsalar da hükümet ajansları ve bilim insanları neyin çalışılacağına birlikte karar vermelidir.
- D. Bilim insanları **çoğunlukla** neyi araştıracaklarına kendileri karar vermelidir, çünkü neyin çalışılması gerektiğini onlar bilir. Toplum ve hükümet ajansları bilim hakkında çok az şey bilir; ancak onların öğütleri bazen yararlı olabilir.
- E. Bilim insanları **çoğunlukla** karar vermelidir çünkü en iyini bilirler: hangi alanlar araştırılmaya uygun, hangi alanlarda uygun uzmanlara sahip, hangi alanlar uygun teknolojiye sahip ve hangi alanlar topluma en fazla yardımcı olma şansına sahiptir.
- F. Bilim insanları neyi araştıracaklarına karar vermelidir, çünkü sadece kendileri neyin çalışılmasına ihtiyaç olduğunu bilirler. Hükümetler kendi çıkarlarını toplumun ihtiyaçlarının üstüne koyarlar.
- G. Bilim insanları neyi inceleyeceklerine karar vermede özgür olmalıdır, çünkü yaratıcı ve başarılı olmak için çalışmalarına ilgi duymaları gerekmektedir.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

2. Yeni bir bilimsel teori ileri sürüldüğünde kabul edilip edilmeyeceğine bilim insanları karar vermelidir. Bilim insanları bu kararı fikir birliği içerisinde de vermelidir; böylece teoriyi ileri sürenler bilim insanlarının çoğunluğunu yeni teoriye inanmaya ikna edebilir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Teoriyi ileri süren bilim insanları diğer bilim insanlarını teoriye ikna etmelidir:

- A. teorinin doğruluğunu kesin olarak ortaya koyan kanıtlar göstererek.
- B. çünkü bir teori bilim insanlarının çoğunluğu teoriye inandığında kullanışlı olur.
- C. çünkü bir teoriyi ve onun yeni fikirlerini bir kaç bilim insanı tartıştığında bilim insanları teoriyi gözden geçirir ve günceller. Kısaca, fikir birliğine varılarak, bilim insanları teoriyi daha doğru bir hale getirir.

Teoriyi ileri süren bilim insanları diğer bilim insanlarını teoriye ikna etmek zorunda değildir:

- D. çünkü destekleyici kanıtlar kendilerine çalışır.
- E. çünkü bireysel bilim insanları bir teoriyi kullanılıp kullanmayacağına kendisi karar verir.
- F. çünkü bireysel bilim insanları diğer bilim insanlarının neye inandıklarına bakmaksızın, kullanışlı olduğu ve sonuçları açıkladığı sürece teoriyi uygular.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

3. Bilimsel buluşlar bir seri araştırmanın sonucunda gerçekleşir, bir buluş yapıncaya kadar her biri bir öncekinin üzerine inşa edilir ve bir sonrakine mantıksal olarak önderlik eder.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilimsel buluşlar bir seri mantıksal araştırmanın sonucudur:

- A. çünkü deneyler (örneğin, atom modeline veya kanserle ilgili buluşlara öncülük eden deneyler) bir duvarı oluşturan tuğlalar gibidir.
- B. çünkü araştırma önceki deney sonuçlarının doğruluğu kontrol edilerek başlar. Yeni bir deney arkadan gelecek kişi tarafından kontrol edilecektir.

C. **Genellikle** bilimsel buluşlar bir seri mantıklı araştırmanın sonucudur. Fakat bilim tamamen mantıksal değildir. Süreç içerisinde deneme ve yanılma yada şans faktörü vardır.

D. **Bazı** bilimsel buluşlar kaza eseri ya da bilim insanının asıl niyetinin beklenmedik sonucu oluşabilir. Ancak, **çoğu** buluş mantıksal olarak bir diğerinin üzerine inşa edilen bir seri araştırmanın sonucudur.

E. **Çoğu** bilimsel buluş kaza eseri ya da bilim insanının asıl niyetinin beklenmedik sonucu oluşabilir. Ancak, **bazı** buluşlar mantıksal olarak bir diğerinin üzerine inşa edilen bir seri araştırmanın sonucudur.

Bilimsel buluşlar bir seri mantıksal araştırmanın sonucunda gerçekleşmez:

F. çünkü buluşlar çoğunlukla daha önce birbiriyle ilişkisi olmayan bilgi parçalarının bir araya getirilmesinin sonucudur.

G. çünkü buluşlar köken olarak birbiriyle ilişkisi olmayan geniş bir alandaki çeşitli çalışmaların bir sonucu olarak gerçekleşir, fakat hangisinin birbiriyle ilişkilendirilmek için işe koşulacağı tahmin edilemez.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

4. Bilimsel düşünceler, hipotezlerden teorilere doğru gelişir; ve sonuçta yeterince güçlüyseler bilimsel kanun olur.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Hipotezler kanunlara öncülük eden teorilere öncülük edebilir;

A. çünkü bir hipotez deneylerle test edilir, eğer doğruluğunu kanıtlarsa bir teori haline gelir. Bir teorinin doğru olduğu bir çok dem farklı insanlar tarafından **kanıtlanırsa** ve uzun zaman boyunca ayakta kalırsa kanun haline gelir.

B. çünkü bir hipotez deneylerle test edilir, eğer **destekleyen kanıtlar** varsa bir teori olur. Bir teori bir çok defa test edildikten ve aslında doğru olduğu görüldükten sonra, bir kanun olabilecek kadar iyi hale gelmiş olur.

C. çünkü bilimsel düşüncenin gelişmesi için hipotezin teoriye, teorinin kanuna dönüşmesi mantıklı bir yoldur.

Teoriler kanun haline gelemmez; çünkü her ikisi de farklı türden düşüncelerdir:

D. Teoriler kesinliğinden %100'den daha az emin olunan bilimsel düşüncelere dayanır ve bu nedenle doğrulukları **kanıtlanamaz**. Ancak, kanunlar sadece gerçeklere dayanır ve % 100 kesindirler.

E. Kanunlar olguları genel olarak **tanımlar**. Teoriler ise bu kanunları **açıklar**. Ancak destekleyici kanıtlarla, hipotezler teori (açıklama) **veya** kanun (tanım) haline gelebilir.

F. Anlamadım.

G. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

H. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

5. Teknoloji uzmanlarının dayandıkları kendilerine ait bilgi birikimleri vardır. Teknolojideki bir kaç gelişme doğrudan fende yapılan buluşlardan kaynaklanır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

- A. Teknoloji **temelde** kendi kendine ilerler. Bilimsel buluşlara ihtiyacı yoktur.
- B. Teknoloji bilimsel buluşların ve teknolojinin kendi bilgi birikiminin **eşit katkısına** dayanarak ilerler.
- C. Hem bilim insanları hem de teknoloji uzmanları aynı bilgi birikimine dayanır, çünkü fen ve teknoloji oldukça benzerdir.

HER teknolojik ilerleme bilimsel buluşlara dayanır:

- D. çünkü bilimsel buluşlar, teknolojik ilerlemeler veya diğer bilimsel kullanımlar için olsun ya da olmasın bir kullanım alan bulur.
- E. çünkü bilim, bilgi altyapısı ve teknoloji için yeni fikirler sunar.

- F. Anlamadım.
- G. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- H. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

6. Bilimsel araştırmalar doğru olarak yapılmış olsalar bile bilim insanlarının bu araştırmalardan ortaya çıkardıkları bilgiler ileride değişebilir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilimsel bilgi değişir;

- A. çünkü bilim insanları, kendilerinden önceki bilim insanlarının teorilerini ya da buluşlarını **çürütür**. Bilim insanları bunu yeni teknikleri ve geliştirilmiş araçları kullanarak, daha önce gözden kaçırılmış faktörleri bularak veya başlangıçta "doğru" olan araştırmadaki hataları tespit ederek yaparlar.
- B. Çünkü eski bilgiler yeni buluşların ışığında **yeniden yorumlanır**. Bilimsel gerçekler değişebilir.

Bilimsel bilgi değişmiş gibi görünür;

- C. çünkü eski gerçeklerin **yorumu** veya uygulaması değişebilir. Doğru şekilde yapılan deneyler değişmez gerçeklere yol açar.
- D. çünkü yeni bilgiler eski bilgilerin **üzerine eklenir**; eski bilgiler aslında değişmez.

- E. Anlamadım.
- F. Konu hakkında seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- G. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerime uymuyor.

7. Fen ve teknoloji günlük düşüncelerimizi etkiler çünkü fen ve teknoloji bize yeni kelimeler ve düşünceler kazandırır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve soma birini seçiniz.)

- A. Evet, çünkü fen ve teknoloji ile ilgili ne kadar çok şey **öğrenirseniz** kelime hazineniz daha da artar, böylece günlük problemlerinize daha fazla bilgi uygulayabilirsiniz.
- B. Evet, çünkü fen ve teknolojinin **ürünlerini** (örneğin, bilgisayarlar, mikrodalgalar, sağlık ürünleri) kullanırız. Yeni ürünler kelimelerimize yenilerini ekleyerek günlük şeyler ile ilgili düşüncelerimizi değiştirir.
- C. Fen ve teknoloji günlük **düşüncelerimizi** etkiler FAKAT daha çok düşüncemizi genişleten yeni düşüncelerden, icatlardan ve tekniklerden etkilenir.

Fen ve teknoloji günlük hayatımız üzerine en güçlü etkiye sahiptir, kelimeler ve fikirlerden dolayı **değil**:

- D. fakat neredeyse yaptığımız her şey ve etrafımızdaki her şeyin bir şekilde fen ve teknoloji tarafından araştırılmasından dolayı.
- E. fakat fen ve teknolojinin yaşam tarzımızı değiştirmesinden dolayı.
- F. Hayır, çünkü günlük düşüncelerimiz daha çok bilimsel olmayan şeylerden etkilenir. Fen ve teknoloji sadece düşüncemizin bir kaçını etkileyebilir.
- G. Anlamadım.
- H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- I. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

8. Bazı toplumlar doğa ve insan üzerine belirli görüşlere sahiptir. Bilim insanları ve bilimsel araştırmalar, çalışmanın yapıldığı yerdeki kültürün dini ya da ahlaki görüşlerinden etkilenirler.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Dinî ya da ahlaki görüşler bilimsel araştırmalar üzerinde etkili OLUR;

- A. çünkü bazı kültürler o kültürün yararına olacak özel araştırmaların yapılmasını ister.
- B. çünkü bilim insanları farkında olmadan kendi kültürlerinin görüşlerini destekleyen araştırmaları seçebilirler.
- C. çünkü birçok bilim insanı kendi inançlarına ve yetiştiriliş tarzlarına uymayan araştırmalar yapmazlar.

D. çünkü herkes kendi kültürüne farklı şekilde tepki verir. Bilim insanlarındaki bu bireysel farklılıklar, yapılan araştırmanın türünü etkiler.

E. çünkü belirli bir dini, politik ya da kültürel inancı temsil eden güçlü gruplar, belirli araştırma projelerini destekleyecek ya da belirli araştırmaların gerçekleşmesini engellemek için para verecektir.

Dinî ya da ahlaki görüşler bilimsel araştırmalar üzerinde etkili OLMAZ;

F. çünkü araştırmalar, bilim insanları ve belirli dini ya da kültürel gruplar arasındaki tartışmalara rağmen devam eder (örneğin, evrim ve yaratılış tartışmaları).

G. çünkü bilim insanları kültürel ve ahlaki görüşleri dikkate almayarak, bilim ve bilim insanları için önemli olan konuları araştırıcılardır.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

9. Fen ve teknoloji kirlenme ve nüfus artışı gibi sosyal problemlerin çözümünde büyük ölçüde yardım önerir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

A. Fen ve teknoloji kesinlikle bu problemlerin çözümüne yardım edebilir. Problemler teknolojiye yeni icatlar ve bilimden yeni fikirler kullanabilir.

B. Fen ve teknoloji bazı sosyal problemleri çözebilir fakat hepsini değil.

C. Fen ve teknoloji pek çok sosyal problemi çözebilir fakat fen ve teknoloji de bu türden bir çok probleme **neden olur**.

D. Bu fen ve teknolojinin yardımca olma sorunu olmaktan çok **insanların** fen ve teknolojiyi akılcı kullanımı sorunudur.

E. Bu sosyal problemlerin çözümünde fen ve teknolojinin pek fazla yardımcı olduğu nadiren görülür. Sosyal problemler insanın tabiatı ile ilgilidir; fen ve teknolojinin bu problemlere yapacağı çok az şey vardır.

F. Fen ve teknoloji sosyal problemleri daha kötü hale getirir. Bu fen ve teknolojiye ilerlemeler için ödediğimiz bir bedelidir.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

10. Bugün çözülemeyen kirlilik problemleri ile ilgilenmek zorundayız. Fen ve teknoloji bu problemleri gelecekte çözemez.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Fen ve teknoloji bazı problemleri ÇÖZEMEZ:

A. çünkü fen ve teknoloji birinci sırada kirlilik problemlerine sahip olma **nedenidir**. Daha fazla fen ve teknoloji daha fazla kirlilik problemi getirecektir.

B. çünkü kirlilik problemleri **günümüzde öyle kötüdür** ki çoktan fen ve teknolojinin çözme yeteneğinin ötesine geçmiştir.

C. çünkü kirlilik problemleri öyle **kötü bir hale gelmektedir** ki yakında fen ve teknolojinin çözme yeteneğinin ötesine geçecektir.

D. Hiç kimse fen ve teknolojinin gelecekte neyi çözebileceğini tahmin edemez.

E. Fen ve teknoloji kirlilik problemlerini **tek başına** çözemez. Bu herkesin sorumluluğudur. Toplum öncelikli olarak bu problemlerin düzeltilmesinde ısrar etmek zorundadır.

F. Fen ve teknoloji bazı problemleri **çözebilir**, çünkü geçmişte fen ve teknolojinin problem çözmedeki başarısı gelecekteki kirlilik problemlerini çözmede başarılı olabileceği anlamına gelir.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

11. Günlük yaşamınızda, fen ve teknoloji bilgisi pratik problemleri (örneğin, kara saplanmış bir arabayı çıkarma, yemek pişirme ya da evcil hayvan bakımı) kişisel olarak çözmenize yardımcı olur.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Fen derslerinde öğretilen sistematik nedensellik (örneğin, hipotez oluşturma, veri toplama, akılcı olma):

A. günlük hayatımda bazı problemleri çözmemde yardımcı olur. Günlük problemler bilimsel problemler gibi yaklaşılsa akılcı yoldan ve daha kolay çözülür.

B. günlük problemler ile ilgili daha geniş bir bilgi ve anlayış kazandırır. Ancak, öğrendiğimiz problem çözme teknikleri doğrudan günlük yaşamımızda kullanışlı değildir.

C. Fen derslerinde öğrendiğimiz düşünce ve gerçekler yemek pişirme, sağlıklı kalma veya oldukça değişik fiziksel olayları açıklama gibi şeyler hakkında problem çözme ve karar vermede bazen bana yardımcı olur.

D. Fen derslerinden öğrendiğim sistematik nedensellik **ile** düşünce ve gerçekler bana oldukça yardımcı olur. Bazı problemleri çözme ve oldukça değişik fiziksel olayları anlamaya yardım eder (örneğin, gök gürültüsü ya da yıldızsı gök cisimleri).

E. Fen derslerinden öğrendiklerim pratik problemleri çözmede genellikle **bana yardımcı olmaz**; fakat etrafımdaki dünyanın farkına varmama, ilişkilendirmeme ve anlamama **yardımcı olur**.

Fen derslerinde öğrendiklerim günlük yaşamla ilişkili **değildir**:

F. benim için biyoloji, kimya ve fizik pratik değildir. Günlük yaşamımda çok az yeri olan teorik ve teknik detaylar üzerinde durur.

G. benim problemlerim geçmiş deneyimlerle ya da fen ve teknoloji ile ilgisi olmayan bilgilerle çözülür.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

12. Farklı alanlardaki bilim insanları, aynı şeye çok farklı açılardan bakarlar (örneğin, matris biyologların ara maddeyi, matematikçilerin ise sayı tablosunu düşünmelerine sebep olur). Bu, farklı alanlarda çalışan bilim insanlarının birbirlerinin çalışmalarını anlamalarını zorlaştırır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Farklı alanlardaki bilim insanlarının birbirlerini anlamaları zordur;

A. çünkü bilimsel düşünceler bilim insanlarının **görüşlerine** veya bilim insanlarının alışkanlıklarının ne olduğuna dayanır.

B. çünkü bilim insanları kendi alanları ile kesişen diğer alanların dilini anlamak için çaba göstermek zorundadır.

Farklı alanlardaki bilim insanlarının birbirlerini anlamaları oldukça **kolaydır**;

C. çünkü bilim insanları zekidir ve bu yüzden farklı dilleri ve diğer alanların bakış açılarını öğrenmenin yollarını bulabilirler.

D. çünkü bilim insanları aynı anda değişik alanlarda çalışıyor olabilirler.

E. çünkü bir alandaki bilimsel düşünceler diğer alandakiler ile örtüşür. Gerçekler bilimsel alan ne olursa olsun gerçektir.

- F. Anlamadım
- G. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim
- H. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşümü yansıtmıyor.

13. Mühendisler çalışmalarında tehlikeli bir düşünce veya ürünle karşılaştıklarında, makamının düşürülmesine veya işini kaybedecek olmasına bakmaksızın kamu yetkililerini bilgilendirmelidir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Mühendisler yetkililere açıklamalıdır:

- A. çünkü bir mühendisin işi kamuya zarar vermek değil yardımcı olmaktır.
- B. çünkü mühendisler bir şeyler yanlış gittiğinde çeşitli sonuçlarından korunmak isterler. Eğer, kamu ortaya çıkarırsa dava açılabilir.
- C. Mühendise ve tehlikeye bağlıdır. Bazı mühendisler tehlike olasılığından dolayı yetkililere açıklama yapar. Diğerleri yapmaz çünkü ailelerini geçindirmek ve başarılı olmak için işlerine ihtiyaçları vardır.
- D. Mühendisler **yapmaz**, vicdan sahipleri yetkililere anlatır, çünkü mühendisler işlerini kaybetmek ve toplumu korkutmak istemez. Aksine düşünceyi gizli tutar veya ürünü yok eder, böylece kimse bilmez ya da zarar görmez.
- E. Mühendisler yetkililere **anlatmaz** çünkü mühendisler toplum tehlikede olsa bile işlerini korumak ve para kazanmak ister.
- F. Mühendislerin sorumluluğu değildir. Bu şirketin sorumluluğudur. Mühendisler şirketle tehlikeyi tartışır ve sonra şirket yetkililere açıklar.
- G. Kimse bilmez. Yetkililere açıklama yapan mühendisleri işitiriz. Halktan saklanan sırları işitemeyiz.
- H. Anlamadım.
- I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

14. Türkiye Cumhuriyeti hükümeti bilim insanlarına doğanın ve evrenin merak edilen bilinmeyenlerini keşfetmek için araştırma ödeneği vermelidir.

Görüşünüz temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilimsel araştırmalar için ödenek verilmelidir:

- A. böylece Türkiye diğer ülkelerin gerisinde kalmaz ve onlara bağımlı hale gelmez.

- B. böylece bilinmeyi bilme yönündeki insan dürtüsü başka bir deyişle bilimsel merak tatmin edilmiş olur.
- C. genellikle işin başında araştırmamanın yararlı olup olmayacağını söylemek imkansız olsa bile bu bir yatırım riskidir, fakat almamız gerekir.
- D. çünkü bilim insanları dünyamızı daha iyi anlayarak yaşamak için daha iyi bir yer haline getirebilirler (örneğin doğanın kaynaklarını ve çevreyi en yararlı şekilde kullanarak, ve yararlı teknoloji icat ederek).
- E. Sadece doğrudan sağlığımızla (özellikle hastalıklara tedavi bulma), çevremizle ya da tarımla ilgili araştırmalara destek verilmelidir.

Bilimsel araştırmalar için **hiç veya çok az** ödenek verilmelidir;

- F. çünkü ödenek Türkiye'deki işsizlere, ihtiyacı olanlara ya da diğer fakir ülkelere yardım gibi amaçlar için harcanabilir.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

15. Araştırma laboratuvarlarında kullanılan birçok bilimsel model (örneğin ısı, sinir hücresi, DNA veya atom modeli) gerçeğin kopyalarıdır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilimsel modeller, gerçeğin KOPYALARIDIR;

- A. çünkü bilim insanları bilimsel modellerin doğru olduğunu söyler, öyleyse doğru olmaları gerekir.
- B. çünkü bir çok bilimsel kanıt bilimsel modellerin doğru olduğunu kanıtlamıştır.
- C. çünkü bilimsel modeller hayatın gerçekleridir. Amaçları bize gerçekleri göstermek veya bize gerçekler hakkında bir şey öğretmektir.

D. Bilimsel modeller, bilimsel gözlem ve araştırmalara dayandığından gerçeğinin kopyaları olma noktasına gelirler.

Bilimsel modeller, gerçeğin KOPYALARI DEĞİLDİR;

- E. çünkü bilimsel modeller kendi sınırlılıkları içinde öğrenme ve açıklamaya yardımcı olur.
- F. çünkü teoriler gibi, bilimsel modeller de zamanla ve bilimizin durumuna göre değişir.
- G. çünkü bu modeller gerçeğini göremeyeceğimiz durumlarda düşünceler ya da varsayımlardan oluşmak zorundadır.

H. Anlamadım

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşümü yansıtmıyor.

16. En iyi bilim insanları, bilimsel yöntem basamaklarını takip edenlerdir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve soma birini seçiniz.)

A. Bilimsel yöntem geçerli, açık, mantıklı ve kesin sonuçları garanti eder. Bu nedenle, birçok bilim insanı bilimsel yöntemin basamaklarını izleyecektir.

B. Okulda öğrendiklerimize dayanarak, bilimsel yöntem birçok bilim insanı için iyi bir biçimde işe koşulmalıdır.

C. Bilimsel yöntem birçok bakımdan kullanışlıdır ama sonuç vereceği garanti değildir. Bu nedenle başarılı bilim insanları, **aynı zamanda** orijinalliği ve yaratıcılığı da kullanacaklardır.

D. En iyi bilim insanları, uygun sonuçlar verebilecek herhangi bir yöntemi kullanan kişilerdir (hayal gücü ve yaratıcılık yöntemleri de dahil).

E. Birçok bilimsel keşif, bilimsel yönteme bağlı kalmadan, tesadüfen yapılmıştır.

F. Anlamadım.

G. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

H. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşümü yansıtmıyor.

17. Yeni bir teknoloji geliştirildiğinde (örneğin yeni bir bilgisayar) uygulamaya konabilir ya da konmayabilir. Yeni bir teknolojinin kullanılması kararı, temelde bu teknolojinin ne kadar iyi çalıştığına bağlıdır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan K'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

A. Yeni bir teknolojiyi kullanma kararı **temelde** onun ne kadar iyi çalıştığına bağlıdır. İyi çalışmayan bir şeyi kullanmazsınız.

B. Karar maliyeti, etkililiği, toplum için kullanışlılığı ve insan gücü kullanımındaki etkisi gibi bir çok şeye bağlıdır.

Karar mutlaka teknolojinin ne kadar iyi çalıştığına DEĞİL,

C. fakat maliyetinin ne kadar uygun olduğuna bağlıdır.

D. fakat toplumun ne istediğine ve ihtiyacına bağlıdır.

E. fakat teknolojinin dünyaya yardım edip etmemesine ve olumsuz etkisi olup olmamasına bağlıdır. Yeni teknolojiler zararlı ise kullanılmaz.

F. fakat görevde olan hükümetin destekleyip desteklememesine bağlıdır.

G. fakat onun bir şirket için kazanç getirip getirmeyeceğine bağlıdır.

H. çünkü bazı teknolojiler yeterince iyi çalışmadan önce uygulamaya konur daha sonra geliştirilir.

I. Anlamadım.

J. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

K. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

18. Önümüzdeki yirmi yıl süresince, yeni mesleklerin çoğunu yüksek teknoloji endüstrileri ortaya çıkaracaktır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

A. Evet. Yeni bilgi ve hızlı değişim gelecek toplumların anahtardır.

B. Evet, çünkü Türkiye'nin endüstrisi rekabet edebilmek için yüksek teknoloji sistemleri kurarak daha etkili hale gelecektir.

C. Evet, çünkü yeni Türkiye endüstrileri yüksek teknoloji ürünleri üretecektir. Bu ürünler için duyulan kamusal talep yeni meslekler yaratacaktır.

D. Evet. Pek çok yeni meslek olacaktır. Özel eğitilmiş insanların işe koşularak yeni teknolojiyi onarmasına ve yeni yüksek teknoloji endüstri türlerinin gelişmesine ihtiyaç olacaktır.

E. Evet. Özel eğitilmiş insanların işe koşulmasına ve yeni teknolojiyi onarmasına ihtiyaç olacaktır. FAKAT günümüzün meslekleri ile yer değiştirecektir. Genelde, toplam meslek sayısı yine aynı olacaktır.

F. Hayır. Sadece birkaç meslek yaratılabilecektir. Daha fazla meslek, mekanik ve bilgisayarlı yüksek teknolojiden dolayı yok olacaktır.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

19. Farklı ülkelerde eğitilen bilim insanları bir bilimsel probleme karşı farklı bakış açılarına sahiptir. Bu bir ülkenin eğitim sistemi ya da kültürünün bilim insanının ulaştığı sonucu etkileyebileceği anlamına gelir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Memleket fark EDER:

- A. çünkü bir bilimsel problem hakkında düşünmek de dahil eğitim ve kültür hayatın **bütün yönlerini etkiler**.
- B. çünkü her ülke fen öğretimi için farklı bir sisteme sahiptir. Bilim insanlarına problem **çözmek için öğretilen** yöntem bilim insanlarının ulaştığı sonuçta farklılık oluşturur.
- C. çünkü bir ülkenin hükümeti ve endüstrisi sadece ihtiyaçlarına cevap veren fen projelerini finanse edecektir. Bu bir bilim insanının ne çalışacağını etkiler.
- D. Duruma bağlıdır. Ülkenin bilim insanım eğitime tarzı bazı bilim insanlarında farklılık oluşturabilir. FAKAT diğer bilim insanları problemlere kişisel görüşlerine bağlı olarak kendi bireysel taraflarından bakarlar.

Memleket fark ETMEZ:

- E. çünkü bilim insanları eğitildikleri ülke ne olursa olsun problemlere kendi **bireysel** taraflarından bakarlar.
- F. çünkü dünyadaki bilim insanlarının tümü benzer sonuçlara öncülük eden bilimsel metodu kullanır.
- G. Anlamadım.
- H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- I. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

20. Aynı bilgi birikimi ile iki bilim insanı birbirinden bağımsız olarak aynı teoriyi geliştirebilir. Bilim insanlarının bireysel özellikleri teorinin içeriğini etkilemez.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilim insanlarının bireysel özellikleri bir teorinin içeriğini ETKİLEMEZ:

- A. çünkü bu içerik bireysel özelliklerden etkilenmeyen gerçeklere ve bilimsel metoda dayanır.
- B. çünkü bu içerik gerçeklere dayanır. Gerçekler bireylerden etkilenmez. Ancak, bilim insanının **bir deneyi yürütme** yöntemi onun bireysel özelliklerinden etkilenecektir.
- C. çünkü bu içerik gerçeklere dayanır. Yalnız, bilim insanının **gerçekleri yorumlama** yöntemi bireysel özelliklerinden etkilenecektir.

Bir bilim insanının bireysel özellikleri bir teorinin içeriğini ETKİLEYECEKTİR:

D. çünkü farklı bilim insanları araştırmaları farklı biçimde yürütecektir (örneğin, daha derinlemesine araştırma veya biraz farklı sorular sorma). Böylece, farklı sonuçlar elde edeceklerdir. Bu sonuçlar sonra teorinin içeriğini etkiler.

E. çünkü farklı bilim insanları farklı **düşünecek** ve biraz farklı düşünce veya görüşlere sahip olacaktır.

F. çünkü bir teorinin içeriği bir bilim insanının neye inanmak **istediğinden** etkilenebilir. On yargı bir etkiye sahiptir.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

21. Einstein gibi bazı dahi bilim insanları kendilerine özgü kişisel bakış açısına sahiptir. Bu eşsiz bakış açıları aynı alandaki diğer bilim insanlarının olayları nasıl yorumladığını belirler.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Dahi bilim insanları diğer bilim insanlarına büyük oranda etki eder:

A. çünkü bilim insanları da insan olduğundan hayranlık duydukları bilim insanlarının kişisel ve kendine özgü bakış açılarını benimseyecektir

B. çünkü dahi bilim insanları bir konu ile ilgili farklı radikal görüşlere sahiptir, ve bu yaratıcı düşünceler diğerlerinin de olayları başka türlü görmelerine neden olur.

C. Dahi bilim insanları diğer bilim insanlarını etkiler, FAKAT kişisel bakış açılarını destekleyecek yeterli **kanıt ve nedensellik** bulunmalıdır.

D Dahi bilim insanları eğer diğer bilim insanları dahi bilim insanlarının eşsiz görüşlerini kendi görüşlerine katmaya karar verirlerse bir etkiye sahip **olabilir**.

E. Dahi bilim insanları diğer bilim insanlarını **etkileyemez**. Her bilim insanı özel bir bakış açısına sahiptir. Bu bilimde yeni düşüncelere önderlik eder.

F. Anlamadım.

G. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

H. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

22. Bilim ve teknoloji birbiriyle yakından ilgilidir:

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan H'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Birbiriyle yakından ilgilidir:

- A. çünkü bilim bütün teknolojik ilerlemelerin temelidir; ancak teknolojinin bilime nasıl yardımcı olduğunu görmek zordur.
- B. çünkü bilimsel araştırmalar teknolojide pratik uygulamalara yol açar ve teknolojik gelişmeler bilimsel araştırma yapma yeteneğini artırır.
- C. çünkü farklı olmalarına rağmen, birbirleriyle yakından bağlantılı olduğundan ayrı ifade etmek zordur.
- D. çünkü teknoloji bütün bilimsel ilerlemelerin temelidir; ancak bilimin teknolojiye nasıl yardımcı olduğunu görmek zordur.
- E. Bilim ve teknoloji az çok aynı şeydir.
- F. Anlamadım.
- G. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- H. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

23. Bilim insanları ve mühendisler, Türk hava kirliliği standartları ile ilgili (örneğin, sülfür dioksitin endüstriyel emisyonu, araba ya da kamyonlar için kirlilik kontrol aletleri, petrol kuyularından çıkan ekşi gaz emisyonları vs.) karar vermesi gereken kişilerdir, çünkü gerçekleri en iyi bilenler, bilim insanları ve mühendislerdir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve soma birini seçiniz.)

Bilim insanları ve mühendisler karar vermelidir:

- A. çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.
- B. çünkü bilgi sahibidirler ve çıkar gruplarına sahip olan hükümet bürokratlarından ya da özel şirketlerden daha iyi kararlar verebilirler.
- C. çünkü onlar eğitime ve konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan gerçeklere sahiptirler, FAKAT toplum da bilgilendirilerek ya da danışılarak bu sürece katılmalıdır.
- D. Karar **eşit olarak** alınmalıdır; toplumu etkileyen kararlarda bilim insanlarının ve mühendislerin, diğer uzmanların ve bilgilendirilmiş toplumun görüşleri hep birlikte dikkate alınmalıdır.
- E. **Hükümet** karar vermelidir çünkü konu temelde politiktir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.
- F. **Toplum** karar vermelidir çünkü karar herkesi etkileyecektir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.

G. **Toplum** karar vermelidir çünkü toplum, bilim insanları ve mühendisleri kontrol etmekle görevlidir. Bilim insanları ve mühendisler konu hakkında idealist ve dar bir bakış açısına sahiplerdir ve bu nedenle sonuçlara pek fazla dikkat etmezler.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

24. Yeni bir teknoloji geliştirildiğinde (örneğin yeni bir nükleer reaktör) uygulamaya konabilir ya da konmayabilir. Yeni bir teknolojinin kullanılması kararı, temelde bu teknolojinin ne kadar iyi çalıştığına bağlıdır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan K'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

A. Yeni bir teknolojiyi kullanma kararı **temelde** onun ne kadar iyi çalıştığına bağlıdır. İyi çalışmayan bir şeyi kullanmazsınız.

B. Karar maliyeti, etkililiği, toplum için kullanışlılığı ve insan gücü kullanımındaki etkisi gibi bir çok şeye bağlıdır.

Karar mutlaka teknolojinin ne kadar iyi çalıştığına DEĞİL,

C. fakat maliyetinin ne kadar uygun olduğuna bağlıdır.

D. fakat toplumun ne istediğine ve ihtiyacına bağlıdır.

E. fakat teknolojinin dünyaya yardım edip etmemesine ve olumsuz etkisi olup olmasına bağlıdır. Yeni teknolojiler zararlı ise kullanılmaz.

F. fakat görevde olan hükümetin destekleyip desteklememesine bağlıdır.

G. fakat onun bir şirket için kazanç getirip getirmeyeceğine bağlıdır.

H. çünkü bazı teknolojiler yeterince iyi çalışmadan önce uygulamaya konur daha sonra geliştirilir.

I. Anlamadım.

J. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

K. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

25. Birçok Türk bilim insanı, buluşlarının doğuracağı sonuçların potansiyel etkileriyle (hem yararlı hem de zararlı) ilgilenmektedir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

- A. Bilim insanları bir şeyler keşfederken ya da keşiflerini uygularken sadece **faydalı etkileri** ile ilgilenirler.
- B. Bilim insanları daha çok keşiflerinin olası **zararlı etkileri** ile ilgilenirler, çünkü bilimin amacı dünyayı daha iyi yaşanabilecek bir yer haline getirmektir. Bu nedenle bilim insanları zararlı etkinlerinin oluşmasını önlemek için keşiflerini test ederler.
- C. Bilim insanları deneylerinin **bütüncül etkileri** ile ilgilidir çünkü bilimin amacı dünyayı yaşanabilecek daha iyi bir yer haline getirmektir. İlgili olmak bilimin doğal bir parçasıdır çünkü bilim insanlarının kendi keşiflerini anlamalarına yardımcı olur.
- D. Bilim insanları ilgilidir fakat buluşlarının tüm uzun vadeli etkilerini muhtemelen bilemezler.
- E. Bilim insanları ilgilidir fakat buluşlarının nasıl zararlı amaçlar için kullanılacağı konusunda çok az kontrole sahiptirler.
- F. Bilimin dallarına bağlıdır. Örneğin, tıp alanında Türk bilim insanları oldukça ilgilidir. Ancak, nükleer güç ve askeri araştırmalarda Türk bilim insanları oldukça az ilgilidir.
- G. Bilim insanları ilgili olabilirler, fakat bu onları kendi ünleri, gelecekleri veya sadece zevkleri için keşifler yapmaktan vazgeçirmez.
- H. Anlamadım.
- I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

26. Bilim insanları ve mühendisler, dünya gıda üretimine ve dağıtımına (örneğin hangi bitkilerin yetiştirileceğine, bitki yetiştirmek için en uygun yerin neresi olduğuna, gıdaların nasıl akılcı bir biçimde taşınacağına, ihtiyaç sahiplerine gıdaların nasıl ulaştırılacağına vs.) karar vermesi gereken kişilerdir, çünkü gerçekleri en iyi bilenler, bilim insanları ve mühendislerdir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilim insanları ve mühendisler karar vermelidir:

- A. çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.
- B. çünkü bilgi sahibidirler ve çıkar gruplarına sahip olan hükümet bürokratlarından ya da özel şirketlerden daha iyi kararlar verebilirler.
- C. çünkü onlar eğitime ve konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan gerçeklere sahiptirler, FAKAT toplum da bilgilendirilerek ya da danışılarak bu sürece katılmalıdır.
- D. Karar **eşit olarak** alınmalıdır; toplumu etkileyen kararlarda bilim insanlarının ve mühendislerin, diğer uzmanların ve bilgilendirilmiş toplumun görüşleri hep birlikte dikkate alınmalıdır.

E. **Hükümet** karar vermelidir çünkü konu temelde politiktir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.

F. **Toplum** karar vermelidir çünkü karar herkesi etkileyecektir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.

G. **Toplum** karar vermelidir çünkü toplum, bilim insanlarını ve mühendisleri kontrol etmekle görevlidir. Bilim insanları ve mühendisler konu hakkında idealist ve dar bir bakış açısına sahiplerdir ve bu nedenle sonuçlara pek fazla dikkat etmezler.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

27. Ağır sanayi ülkemizi oldukça kirletmektedir. Bu nedenle, ağır sanayiye kirliliğin pek yaygın olmadığı az gelişmiş ülkelere taşımak sağduyulu bir karar olur.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve soma birini seçiniz.)

A. Ağır sanayi ülkemizi ve gelecek nesilleri kirlilikten korumak için az gelişmiş ülkelere taşınmalıdır.

B. Söylemesi zor! Sanayiye taşıyarak fakir ülkelerin zenginleşmesine yardımcı olabilir ve kendi kirliliğimizin azalmasına katkı sağlayabiliriz. Fakat, başkalarının çevresini kirletmeye hakkımız yok.

C. Sanayinin nerede konumlandığı önemli değildir. Kirliliğin etkileri küreseldir.

Ağır sanayi az gelişmiş ülkelere TAŞINMAMALIDIR:

D. çünkü sanayinin taşınması kirliliğin çözümünde sağduyulu bir yol değildir. Başka yerlerde problemler yaratmak yerine, buradaki kirliliği azaltmalı veya ortadan kaldırmalıyız.

E. çünkü bu ülkeler kirlilik problemi eklenmeden de yeterince probleme sahiptir.

F. çünkü kirlilik mümkün oldukça sınırlandırılmalıdır. Etrafa yaymak sadece daha fazla zarar yaratacaktır.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

28. Bilim insanları ve mühendisler, nükleer reaktörlerin inşa edilip edilemeyeceğine ve edilecekse nerede inşa edilmesi gerektiğine karar vermesi gereken kişilerdir, çünkü gerçekleri en iyi bilenler, bilim insanları ve mühendislerdir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilim insanları ve mühendisler karar vermelidir:

- A. çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.
- B. çünkü bilgi sahibidirler ve çıkar gruplarına sahip olan hükümet bürokratlarından ya da özel şirketlerden daha iyi kararlar verebilirler.
- C. çünkü onlar eğitime ve konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan gerçeklere sahiptirler, FAKAT toplum da bilgilendirilerek ya da danışılarak bu sürece katılmalıdır.
- D. Karar **eşit olarak** alınmalıdır; toplumu etkileyen kararlarda bilim insanlarının ve mühendislerin, diğer uzmanların ve bilgilendirilmiş toplumun görüşleri hep birlikte dikkate alınmalıdır.
- E. **Hükümet** karar vermelidir çünkü konu temelde politiktir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.
- F. **Toplum** karar vermelidir çünkü karar herkesi etkileyecektir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.
- G. **Toplum** karar vermelidir çünkü toplum, bilim insanlarını ve mühendisleri kontrol etmekle görevlidir. Bilim insanları ve mühendisler konu hakkında idealist ve dar bir bakış açısına sahiptirler ve bu nedenle sonuçlara pek fazla dikkat etmezler.
- H. Anlamadım.
- I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.
- J. Seçeneklerin hiçbirisi kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

29. Bilim insanları ve mühendisler, ileride Türkiye'nin ne tür enerji (örneğin, nükleer, hidro, güneş veya katı yakıt) kullanacağına karar vermesi gereken kişilerdir, çünkü gerçekleri en iyi bilenler, bilim insanları ve mühendislerdir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Bilim insanları ve mühendisler karar vermelidir:

- A. çünkü onların konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan eğitim ve bilgileri vardır.
- B. çünkü bilgi sahibidirler ve çıkar gruplarına sahip olan hükümet bürokratlarından ya da özel şirketlerden daha iyi kararlar verebilirler.
- C. çünkü onlar eğitime ve konuyu daha iyi anlamalarını sağlayan gerçeklere sahiptirler, FAKAT toplum da bilgilendirilerek ya da danışılarak bu sürece katılmalıdır.

D. Karar **eşit olarak** alınmalıdır; toplumu etkileyen kararlarda bilim insanlarının ve mühendislerin, diğer uzmanların ve bilgilendirilmiş toplumun görüşleri hep birlikte dikkate alınmalıdır.

E. **Hükümet** karar vermelidir çünkü konu temelde politiktir; FAKAT bilim insnaları ve mühendisler tavsiye vermelidir.

F. **Toplum** karar vermelidir çünkü karar herkesi etkileyecektir; FAKAT bilim insanları ve mühendisler tavsiye vermelidir.

G. **Toplum** karar vermelidir çünkü toplum, bilim insanlarını ve mühendisleri kontrol etmekle görevlidir. Bilim insanları ve mühendisler konu hakkında idealist ve dar bir bakış açısına sahiplerdir ve bu nedenle sonuçlara pek fazla dikkat etmezler.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

30. Teknolojik gelişmeler vatandaşlar tarafından kontrol edilebilir.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve soma birini seçiniz.)

A. Evet, çünkü teknolojiyi geliştirecek olan bilim insanları ve teknoloji uzmanları toplumda yaşayan vatandaşlar arasından yetişir. Böylece vatandaşlar, teknolojideki ilerlemeyi zaman içinde yavaş yavaş kontrol ederler.

B. Evet, çünkü teknolojik ilerlemeler hükümet tarafından finanse edilir. Vatandaşlar hükümetleri seçerek, neyin destekleneceğini kontrol edebilirler.

C. Evet, çünkü teknoloji tüketicilerin ihtiyaçlarına hizmet eder. Teknolojik ilerlemeler yüksek talebin olduğu alanlarda ve kar getirebilecek pazarlarda olur.

D. Evet, ama sadece yeni gelişmeleri kullanıma koyma noktasına gelindiğinde olabilir. Vatandaşlar, orijinal gelişmenin kendisini kontrol edemezler.

E. Evet, ama sadece vatandaşlar bir araya geldiklerinde ve yeni bir gelişme lehine veya aleyhine konuştuğunda olabilir. Organize olmuş insanlar neredeyse her şeyi değiştirebilirler.

Hayır, vatandaşlar teknolojik gelişmelerin kontrol edilmesine KARIŞAMAZLAR;

F. çünkü teknoloji öyle bir hızla gelişir ki ortalama bir vatandaş teknolojik gelişmelerin gerisinde kalır.

G. çünkü vatandaşlar, teknoloji geliştirme gücü olanlar tarafından gelişmeleri kontrol etmekten alıkonur.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

31. Yeni bir teknoloji geliştirildiğinde (örneğin yeni tipte bir nükleer füze) uygulamaya konabilir ya da konmayabilir. Yeni bir teknolojinin kullanılması kararı, topluma avantajlarının ya da dezavantajlarının ağır gelip gelmemesine bağlıdır.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan G'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

A. Yeni bir teknoloji kullanma kararı esasen topluma faydalı olmasına bağlıdır, çünkü eğer çok fazla dezavantajı varsa toplum onu kabul etmez ve sonraki gelişiminden vazgeçilebilir.

B. Karar sadece teknolojinin avantaj ve dezavantajlarından çok daha fazlasına bağlıdır. Ne kadar iyi çalışacağına, maliyetine ve etkin olmasına bağlıdır.

C. Bakış açısına bağlıdır. Bazı insanlar için avantaj olan bir şey diğerlerine dezavantaj olabilir.

D. Pek çok yeni teknoloji dezavantajları avantajlarından daha fazla olmasa rağmen kazanç elde etmek veya güç kazanmak amacıyla uygulamaya konmaktadır.

E. Anlamadım.

F. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

G. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

32. Türkiye'de bilimsel araştırmalar daha iyi olurdu, eğer araştırmalar araştırma şirketleri (örneğin, yüksek teknoloji şirketleri, iletişim, ilaç, orman, madencilik, üretim) tarafından daha yakından kontrol edilseydi.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan I'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Şirketler çoğunlukla bilimi kontrol etmelidir:

A. çünkü şirketlerin yakın kontrolü daha hızlı iletişimle, daha iyi finansmanla ve daha fazla rekabetle bilimi daha kullanışlı hale getirir ve buluşların daha çabuk yapılmasına neden olur.

B. bu sayede bilim ve teknoloji arasındaki işbirliği artarak problemler birlikte çözülür.

C. fakat kamu yada hükümet ajansları bilimin gidiş hattında söz sahibi olmalıdır.

Şirketler çoğunlukla bilimi kontrol etmemelidir:

D. çünkü şirketler etseydi, bilimsel buluşlar şirketlere fayda sağlayan buluşlar (örneğin kazanç elde etme) ile sınırlı olurdu. Halkın faydalanacağı önemli bilimsel buluşlar sınırlandırılmamış pür bilim tarafından yapılır.

E. çünkü şirketler etseydi, şirketler bilim insanlarının örneğin şirketin neden olduğu kirlenme gibi duyurmak istemedikleri önemli olayları araştırmalarını engellerlerdi.

F. Bilim şirketler tarafından kontrol edilemez. Hiç kimse, bilim insanları bile neyin keşfedilebileceğini kontrol edemez.

G. Anlamadım.

H. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

I. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

33. Fen dersleri bir şeyin (örneğin, bir reklam) doğru ya da yanlış olduğuna karar verme ve anlama noktasında bana güven kazandırmaktadır. Fen dersleri sayesinde daha iyi bir tüketici haline geldim.

Görüşünüz, temel olarak: (Lütfen A'dan J'ye kadar okuyunuz ve sonra birini seçiniz.)

Fen dersleri daha iyi bir tüketici haline gelmeme yardımcı olmaktadır:

A. çünkü fen bana değerli gerçekler ve fikirler sunar.

B. çünkü fen bir şeyi anlamak için bilimsel metodu öğretir.

C. çünkü fen değerli gerçekleri **ve** bir şeyi anlamak için bilimsel metodu öğretir.

D. çünkü piyasadaki ürünlerle ilgili bir şeyler öğrenmek fen derslerinde yaptıklarımızın bir parçasıdır.

Fen dersleri daha iyi bir tüketici haline gelmem için bana yardımcı OLMAMAKTADIR:

E. yine de fen değerli gerçekleri ve bilimsel metodu öğretir.

F. çünkü tüketiciler yetiştirme tarzından, ailelerinden veya gördüklerinden ya da duyduklarından etkilenirler.

Tüketiciler fenden etkilenmez.

G. çünkü fen dersleri tüketicilerle veya gerçek dünya ile ilgili bir şey yapamaz, örneğin, fotosentez, atomlar ve yoğunluk bana daha iyi tüketim kararları vermede yardımcı olmaz.

H. Anlamadım.

I. Bir seçim yapmak için yeterli bilgiye sahip değilim.

J. Seçeneklerin hiçbiri kişisel görüşlerimi yansıtmıyor.

Ek 6. Öğrenci Rehber Ders Materyali

10.SINIF
BİYOLOJİ
DERS KİTABI

Bölüm 1.1



- 1.1. Mitozun evrelerini şema üzerinde açıkla (BTTÇ 15; BAS 26).
 1.2. Bitki ve hayvan hücrelerinde mitozu karşılaştır (BTTÇ 15; BAS 26).
 1.3. Tek hücreli ve çok hücreli canlılar için mitozun önemini açıkla (BTTÇ 7).

Ne Öğreneceksiniz?

- Hücrelerin neden göreceli olarak küçük olduğunu açıklamayı
- Hücre döngüsünün ana aşamalarını özetlemeyi
- İnterfazın evrelerini açıklamayı

Neden Önemli?

Hücrelerin yaşam döngüsündeki aşamaları öğrenmek kendi yaşam döngünüzü anlamana yardımcı olacaktır

Hatırlatma

seçici geçirgen: hücre zarının bazı maddelerin geçmesine izin verirken diğerlerini dışarda tutması

Yeni Kavramlar

hücre döngüsü
 interfaz
 mitoz
 sitokinez
 kromozom
 kromatin

Hücrelerde Büyüme

Ana Fikir Hücreler bölünme sınırlarına ulaşana kadar büyümeye devam eder, sonrasında ya büyüme durur veya hücre bölünür.

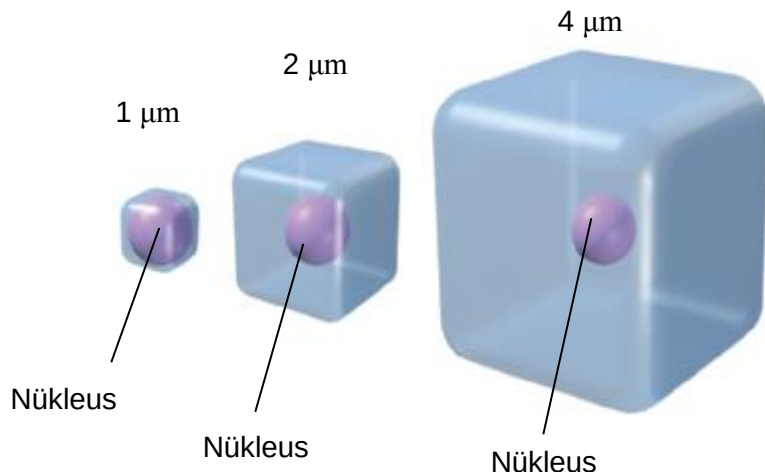
Gerçek Hayat Bağlantısı Futbol ortalama 100m uzunluğunda ve 70m genişliğinde bir sahada, 11 kişiden oluşan iki takım arasında oynanır. Karşılaşma devam ederken bir oyuncu kırmızı kart görerek oyun dışında kalabilir. Bu durumda eksik kalan takımın oyuncuları eksikliği kapatmak için daha fazla çaba gösterir. Böylece oyuncular çok daha çabuk yorulur ve hata yapmaya ya da görevlerini yerine getirememeye başlarlar. Acaba sahanın uzunluğu ve genişliği 20'şer m daha kısa olsaydı eksik oynayan takım bu kadar çabuk yorulur muydu? Hücrelerin de görevlerini tam olarak yapabilecekleri ölçülerde olması gerekmez mi?

Hücrenin Bölünme Sınırları

Bir insan hücresi ortalama 100 μm ($100 \times 10^{-6} \text{ m}$) uzunluğundadır. Yani çıplak gözle görülemeyecek kadar küçüktür. Acaba, hücreler neden bu kadar küçük yapıdadır? Bu bölümde hücrelerin gözle görülemeyecek kadar küçük olmalarının nedenlerini araştıracağız.

Yüzey alanı - hacim oranı Hücrelerin gözle görülemeyecek kadar küçük olmalarına neden olan temel etken yüzey alanlarının hacimlerine oranıdır. Hücrenin yüzey alanı hücre zarı tarafından kaplanan alana işaret etmektedir. Geçmiş bilgilerinizden de hatırlayacağınız gibi hücre zarı tüm besleyici ve atık ürünlerin geçmek zorunda olduğu yapıdır. Hücrenin hacmi ise içerisindeki organeller ve çekirdek gibi yapılarla birlikte sitoplazmanın kapladığı boşluğa işaret etmektedir.

Matematik ile Bağlantı Yüzey alanı-hacim oranının hücrenin bölünme sınırlarına nasıl etki ettiğini anlamak için Şekil 1'deki kenarları bir mikrometre (μm) uzunluğunda olan küçük kübü dikkate alalım. Bu ölçülerdeki bir küp yaklaşık olarak bir bakteri hücresi kadardır. Kübün yüzey alanını hesaplamak için uzunluğu, genişlik ve kenar sayısı ile çarptığımızda ($1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m} \times 6 \text{ yüzey}$), $6 \mu\text{m}^2$ 'ye eşit olduğunu buluruz. Kübün hacmini hesaplamak için ise uzunluğu, genişlik ve yükseklik ile çarptığımızda ($1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$), $1 \mu\text{m}^3$ 'e eşit olduğunu buluruz. Yüzey alanının hacme oranı 6:1'dir.



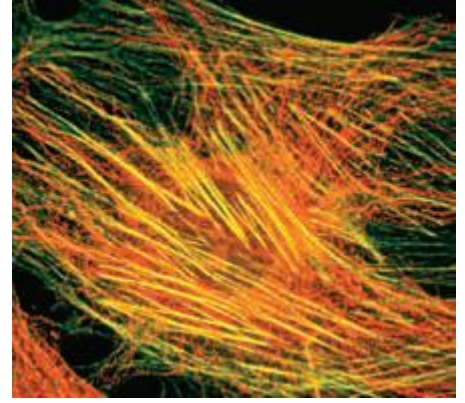
Şekil 1 Hücrenin büyüklüğü artarken yüzey alanının hacme oranının ve çekirdeğin kontrol etmek zorunda olduğu içeriğin nasıl değiştiğine bakalım.

Çıkarsama Hücrenin hacmi artarken yüzey alanının nasıl değişmektedir?

Eğer küp şeklindeki hücre Şekil 1’de görüldüğü gibi her kenarlarının uzunluğu 2 μm olacak biçimde büyütülürse, yüzey alanı 24 μm^2 olurken hacmi 8 μm^3 olur. Böylece yüzey alanının hacme oranı 3:1, yani kenar uzunluğu 1 μm iken olduğundan daha az olur. Eğer, hücre Şekil 1’de yer alan üçüncü küpte görüldüğü gibi büyümeye devam ederse yüzey alanının hacme oranı azalmayı sürdürecektir. Hücre büyürken hacmi yüzey alanından çok daha hızlı bir biçimde artacaktır. Bu durumda hücre besin maddelerini hücre içine yeteri kadar alamamaya ve atık ürünleri hücre dışına çıkaramamaya başlayacaktır. Hücreler küçük kalarak, yüksek yüzey alanı hacim oranına sahip olacak ve ihtiyaçlarını daha kolay karşılayacaktır.

Anladık mı? Yüksek yüzey alanı hacim oranının hücreye nasıl bir yarar sağladığını açıklayınız.

Maddelerin Taşınması Küçük hücrelerde, büyük hücrelerde olduğundan daha kolay yönetilebilecek bir diğer görev ise maddelerin taşınmasıdır. Hücre zarının maddelerin taşınmasını kontrol ettiğini çünkü seçici geçirgen olduğunu hatırlayınız. Bir defa hücre içerisine alındığında, maddeler difüzyon yoluyla veya hücre iskeleti boyunca onları çeken motor proteinleri yardımıyla hareket ederler. Difüzyon uzak mesafelerde yavaş ve etkisizdir çünkü moleküllerin ve iyonların rasgele hareketlerine bağlıdır. Benzer şekilde, Şekil 2’ de görülen hücre iskeleti ulaşım ağı, gidilecek mesafenin çok geniş olması durumunda hücre için az etkili olmaktadır. Bu yüzden, hücreler difüzyon ve motor proteinlerin besinleri ve atık ürünleri taşıma yeteneklerini en iyi seviyede tutmak için küçük boyutlarda kalırlar. Küçük hücreler madde taşınımı bakımından daha etkilidir.



Şekil 2 Hücre iskeletinin bir demiryolu gibi etkin bir biçimde ulaşımı sağlaması hücre içerisinde maddelerin kat etmeleri gereken mesafelerin sınırlandırılmasını gerektirir.

Biyoloji Laboratuvarı

Hücre Büyüklüğünün Araştırılması

Bir hücre okulunuzu kaplayacak kadar büyüyebilir mi? Eğer bir filin büyüklüğü iki katına çıksa ne olurdu? Organizma seviyesinde bir fil bacakları kütle artışını kaldıramayacağı için açıkca daha fazla büyüyemeyecektir. Aynı ilke ve sınırlılıklar hücre seviyesinde de uygulanabilir mi?

Uygulama

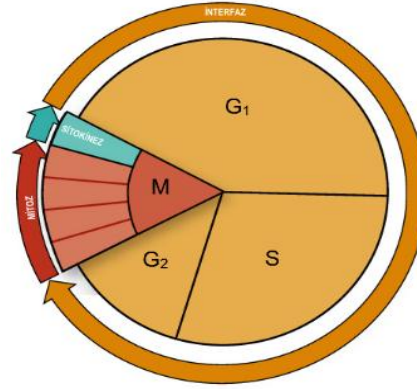
1. Laboratuar güvenlik formunu okuyup tamamlayınız.
2. Beş hücrenin yüzey alanı, hacim oranını hesaplamak için bir tablo hazırlayınız. Hücrelerin bir küp olduğunu varsayınız.
 - a. Kenar uzunluğu: 0.00002 m (ortalama bir ökaryotik hücrenin büyüklüğü)
 - b. Kenar uzunluğu: 0.001 m (dev bir mürekkep balığına ait sinir hücresinin büyüklüğü)
 - c. Kenar uzunluğu: 2.5 cm
 - d. Kenar uzunluğu: 30 cm
 - e. Kenar uzunluğu: 15 m
3. Size verilen fomülü (uzunluk x genişlik x kenar sayısı “6”) kullanarak yukarıda büyüklükleri verilen hücrelerin yüzey alanını hesaplayınız.
4. Size verilen fomülü (uzunluk x genişlik x yükseklik) kullanarak her bir hücrenin hacmini hesaplayınız.

Analiz

1. **Neden ve Sonuç** Hesaplamalarınıza göre, hücrelerin neden çok büyük olamayacağını belirtiniz.
2. **Çıgarsama** Filler ya da çınar ağaçları gibi büyük organizmalar, çok büyük hücrelerden oluştukları için mi yoksa daha çok sayıda normal ölçülerde hücreler içerdikleri için mi büyüktür? Açıklayınız.

Şekil 3 Hücre döngüsü interfaz, mitoz ve sitokinez olmak üzere üç aşamada incelenir. Interfaz da üç alt aşamaya ayrılır.

Varsayalım Neden hücre döngüsünde sitokinez en az zaman dilimine sahiptir?



Çizim Kitabınızda okuduğunuz interfaz, mitoz ve sitokinez terimlerini içeren, kendinize ait hücre döngüsü çiziniz.

Hücrel iletişim Sinyal proteinlerinin hücre içerisinde kat etmek zorunda oldukları uzaklık da hücre büyüklüğünü sınırlandırır. Başka bir deyişle, hücre büyüklüğü hücrenin, hücrel işlevleri yerine getirebilmek için verilen yönergelerin iletilme yeteneğini etkiler. Eğer hücre çok büyük hale gelirse, pek çoğu sinyallerin ve maddelerin çeşitli organellere hareketini içeren hücrel iletişimin etkin bir biçimde gerçekleşmesi neredeyse imkansız hale gelir. Örneğin, hücrenin hayatta kalması için gerçekleşmesi gereken bir protein sentezini tetikleyen bir sinyal yeterince hızlı bir biçimde ribozomlara ulaşamayabilir.

Hücre Döngüsü

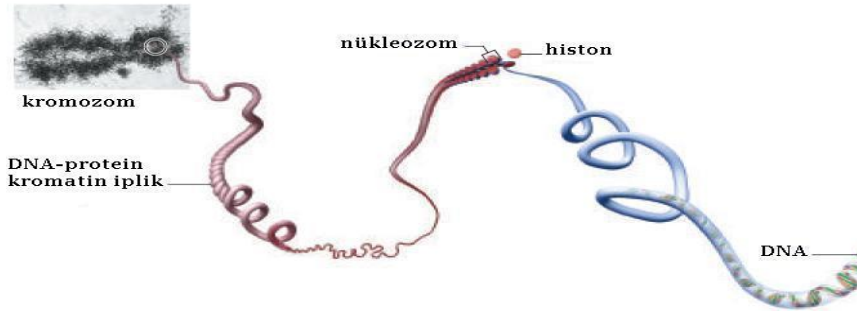
Hücreler belirli bir büyüklüğe ulaştığında ya büyümeyi durdurur ya da bölünür. Çoğu hücre bu karar aşamasına geldiğinde bölünmeyi tercih eder. Hücre bölünmesi sadece hücrenin çok büyük hale gelmesini önlemekle kalmaz aynı zamanda hücrelerin çoğalmasını da sağlar. Bu sayede büyürüz ve bazı yaralarımız iyileşir. Hücreler büyüme ve üreme döngülerinden oluşan ve **hücre döngüsü** adı verilen bir döngüden geçerek çoğalırlar. Her seferinde bir hücre tam bir hücre döngüsünden geçerek iki hücre haline gelir. Hücre döngüsünün sürekli bir biçimde tekrarlanması sonucunda sürekli olarak yeni hücreler oluşur. Hücre döngüsünün genel bir görünümü Şekil 3’de görülmektedir.

Hücre döngüsünün üç temel aşaması vardır. **İnterfaz** hücrenin büyüdüğü, hücrel işlevlerini yerine getirdiği ve döngüdeki bir sonraki aşama için DNA’sının kopyasını yaparak hazırlandığı aşamadır. İnterfaz Şekil 3’de gösterildiği gibi üç alt aşamaya ayrılmıştır. **Mitoz** hücre çekirdeğinin ve genetik materyalin ayrıldığı hücre döngüsü aşamasıdır. Mitoz dört alt aşamaya ayrılır. Mitozun sonlarına doğru sitokinez denilen bir süreç başlar. **Sitokinez** hücrenin sitoplazmasının bölünerek yeni bir hücre oluşturduğu aşamadır. Bölüm 1.2’de mitoz ve sitokinez hakkında daha fazla bilgi edineceksiniz.

Tablo 1 Değişik tipteki hücrelerin hücre döngüsünde geçirdikleri süreleri inceleyelim.

Hücre Tipi	Döngü Süresi
Deri hücresi	2 hafta
Kırmızı kan hücresi	4 ay
Karaciğer hücresi	300-500 gün
Mide hücreleri	4-5 gün
Düz kas hücreleri	16 yıl

Hücre bölünmesi için geçen süre bölünmekte olan hücreye göre farklılık gösterir. Bazı ökaryotik hücrelerde döngü sekiz dakika kadar kısa bir sürede tamamlarken diğer bazı hücrelerde ise bir yıl kadar sürebilir. Hücre döngüsü, aktif olarak bölünen normal bir hayvan hücresinde yaklaşık olarak 12-24 saat sürer. Hücre döngüsünde gerçekleşen karmaşık olayların tümü dikkate alındığında hücrelerin bir çoğunun döngüyü bir gün kadar kısa bir sürede tamamlaması oldukça şaşırtıcıdır.



Şekil 4 İnterfazda eşlenen kromatin ipliklerin oluşturduğu kromozomların yapısı

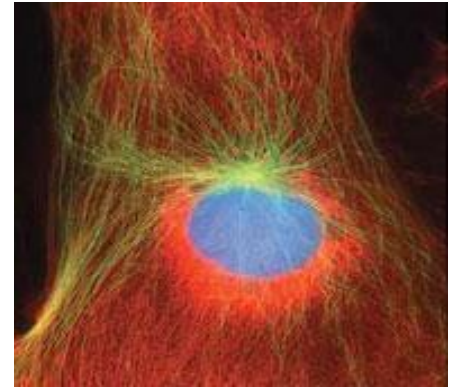
İnterfazın Aşamaları İnterfazda hücre büyür, yetişkin, işlevsel bir hücre halini alır ve DNA'sını eşleyerek bölünmeye hazırlanır. İnterfaz Şekil 3'de de görüldüğü gibi G_1 , S ve G_2 (Gap 1, sentez ve Gap 2) üç aşamaya ayrılır.

İnterfazın ilk aşaması, G_1 , hücre bölünmesinden hemen sonra başlar. G_1 'de hücre büyür, normal hücresel işlevlerini yerine getirir ve DNA eşlenmesine hazırlanır. Kas ve sinir hücreleri gibi bazı hücreler, bu noktada hücre döngüsünden çıkarlar ve bir daha bölünmezler.

İnterfazın ikinci aşaması, S, hücre bölünmesine hazırlık yapılarak DNA'nın kopyasının yapıldığı bölümdür. **Kromozomlar** hücrelerin nesilden nesle geçen genetik materyallerini taşıyan yapılardır.

Kromatin çekirdek içerisinde DNA'nın gevşemiş halidir. Şekil 4'de görüldüğü gibi interfazdaki bir hücreye özel bir teknik uygulandığında çekirdek daha koyu boyanarak benekli bir görünüm alır. Bu benekli görünüm, boyanmadan ışık mikroskobu altında görülemeyen zincir biçimindeki kromatin ipliklerden kaynaklanmaktadır.

G_2 aşaması S aşamasını izleyen ve hücre çekirdeğinin bölünmeye hazırlandığı bölümdür. Hücre bölünmesi için gerekli mikrotübülleri yapan bir tür protein bu zaman diliminde sentezlenir. G_2 'de hücre aynı zamanda bir inceleme başlatır ve mitoz bölünmeye hazır olduğundan emin olur. Tüm bu aktiviteler tamamlandığında hücre bir sonraki aşama olan mitozu geçer.



Şekil 5 Çekirdeğin benekli görünümü gevşemiş haldeki kromatin ipliklerden ileri gelmektedir.

Mitoz ve Sitokinez Mitoz ve sitokinez aşamaları interfazı izler. Hücre döngüsünün önemli aşamaları bölüm 1.2'de anlatılacaktır.

Prokaryotik Hücre Bölünmesi Hücre döngüsü ökaryotik hücrelerin kendilerini çoğalttıkları bir yöntemdir. Daha önceki derslerinizde öğrendiğiniz gibi daha basit yapıda olan prokaryotik hücreler ikiye ayrılma denilen bir yöntemle çoğalırlar. Bölüm 1.4'de ikiye ayrılma hakkında daha fazla bilgi edineceksiniz.

Bölüm 1.1 Değerlendirme

Bölüm Özeti

- Yüzey alanı hacim oranı, hücre zarının büyüklüğünün hacmine bağlı olarak değişimini belirtir.
- Hücre büyüklüğü, hücrenin madde taşıma yeteneğini ve çekirdekten gelen yönergelerin iletilmesini sınırlandırır.
- Hücre döngüsü hücrelerin çoğalma sürecidir.
- Bir hücre yaşam sürelerinin önemli bir kısmını interfazda geçirir.

Ana Fikri Anlama

Ana Fikir Hücre büyüklüğünün hücrenin işleviyle olan ilişkisini ve neden sınırlı olması gerektiğini **açıklayınız**.

Hücre döngüsünü ana basamaklarıyla **özetleyiniz**.

İnterfazın S aşamasında DNA'ya ne olduğunu **açıklayınız**.

Hücre döngüsünün aşamalarını gösteren bir **şekil çiziniz** ve bu aşamalarda nelerin gerçekleştiğini **anlatınız**.

Bilimsel Düşünme

Varsayım En uygun büyüklüğünden daha fazla büyümesine karşın, eğer büyük bir hücre bölünmeye karar verirse sonuç ne olurdu?

Biyolojik Rakamlar Eğer bir hücreyi temsil eden bir küpün bir kenarı 5 μm ise yüzey alanı – hacim oranını hesaplayınız ve hücre için iyi bir oran olup olmadığını açıklayınız.

Bölüm 1.2

Ne Öğreneceksiniz?

- Mitozun evrelerinde gerçekleşen olayları anlatmayı
- Sitokinez (stoplazma bölünmesi) sürecini açıklamayı

Neden Önemli?

Hücrelerin nasıl bölündüğünü öğrenmek organizmaların nasıl büyüdüklerini anlamana yardımcı olacaktır

Hatırlatma

yaşam döngüsü: bir organizmanın yaşamı boyunca geçirdiği büyüme ve gelişme gibi evrelerin tümü
ökaryotik hücre: hücre çekirdeği (nükleus) ve zarla çevrili organelleri olan hücre

Yeni Kelimeler

profaz
 kardeş kromatid
 sentromer
 iç cisimciği
 metafaz
 anafaz
 telofaz

Şekil 6 Profazda kromozomlar: Birbirlerine sentromerlerinden bağlı kardeş kromatidler



- 1.1. Mitozun evrelerini şema üzerinde açıkla (BTTÇ 15; BAS 26).
- 1.2. Bitki ve hayvan hücrelerinde mitozu karşılaştır (BTTÇ 15; BAS 26).
- 1.3. Tek hücreli ve çok hücreli canlılar için mitozun önemini açıkla (BTTÇ 7).

Mitoz ve Sitokinez

Ana Fikir Ökaryotik hücreler mitoz (çekirdeğin bölünmesi) ve sitokinez (sitoplazmanın bölünmesi) sürecinden geçerek çoğalırlar.

Gerçek Hayat Bağlantısı Doğada bilinen pek çok olay birbirinin peşi sıra gelişen olaylar dizisi yani döngüler halinde gerçekleşir. Yıl içerisinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinin birbirini takip etmesiyle mevsimler, havaya buharlaşan suyun yağmur olarak yeryüzüne dönmesiyle su döngüsü ya da canlıların büyümesi, ergin hale gelmesi ve ölmeleri ile yaşam döngüsü oluşur. Hücreler de büyüme ve bölünme olaylarının gözlemlendiği hücre döngüsüne sahiptir.

Mitoz

Bir önceki bölümde, hücrelerin interfaz, mitoz ve sitokinez aşamalarını içeren bir döngüden geçtiğini öğrendiğiniz. Mitoz aşamasında, hücrenin eşlenen genetik materyali kardeş hücrelere eşit şekilde paylaştırılırken sitoplazma da bölünmeye hazırlanır. Mitozun temel etkinliği hücrenin eşlenmiş DNA'sının kusursuz bir biçimde paylaştırılmasıdır. Bu paylaşım, hücrenin genetik bilgisinin yeni oluşan hücrelere eksiksiz olarak geçmesi genetik olarak birbirinin aynısı olan iki kardeş hücrenin oluşmasını sonuç verecektir. Çok hücreli organizmalarda, mitoz süreci genç organizmaların yetişkin bir birey olabilmek için ihtiyacı olan hücre sayısı artışını sağlar. Organizmalar aynı zamanda mitozu hasarlı hücrelerini yenilemek için kullanırlar. Yanlışlıkla en son parmağınızı kestiğiniz zamanı hatırlayın. Yara kabuğunun altında, deri hücreleri yaranın neden olduğu derideki boşluğu dolduracak yeni deri hücrelerini oluşturmak için mitoz ve sitokinez aşamalarından geçerek bölündüler.

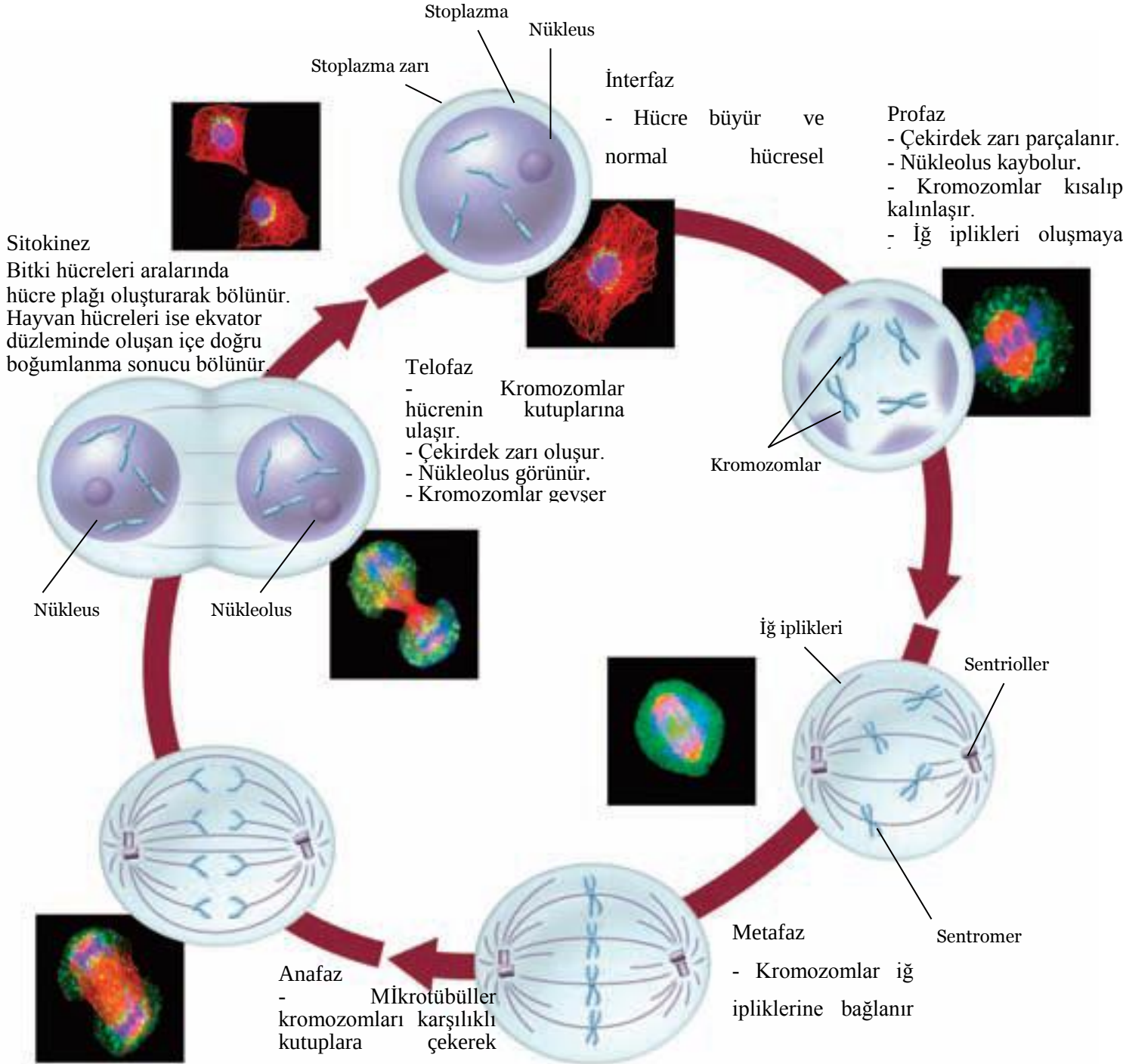
Mitozun Evreleri

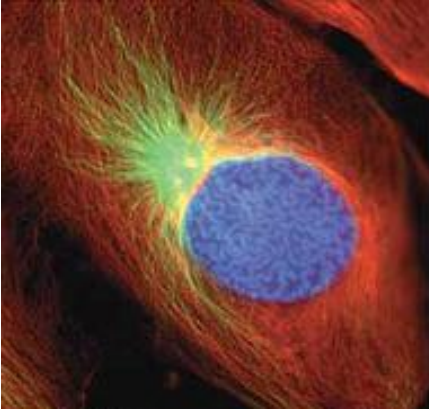
İnterfaz gibi mitoz da bölümlere ayrılır: profaz, metafaz, anafaz ve telofaz.

Profaz Mitozun ilk evresi, bölünmekte olan bir hücrenin en fazla zaman geçirdiği mitoz evresi, **profaz** olarak adlandırılır. Bu evrede, hücrenin kromatinleri kısalıp kalınlaşarak kromozomları meydana getirir. Profazda, kromozomlar Şekil 6'da görüldüğü gibi X şeklini alır. Bu noktada, her bir kromozom interfazda eşlenen genetik materyalleri taşıyan bağımsız yapılar halindedir. Bu X'in her bir yarısına kardeş kromatidler denilmektedir. **Kardeş kromatidler** genetik olarak birbirinin aynısı olan DNA kopyalarını taşıyan yapılardır. Kardeş kromatidlerin birbirlerine bağlandıkları yerin merkezinde bulunan yapıya **sentromer** denilmektedir. Bu yapı hücre döngüsünün sonunda kardeş hücrelerin tam bir eşlenmiş DNA kopyasına sahip olmasını sağlaması bakımından önemlidir. Şekil 7'da gösterilen hücre döngüsünde profazın yerini belirleyin ve kardeş kromatidlerin konumlarını not edin. Mitozun diğer evrelerini okurken de Şekil 7'ya tekrar bakarak hücre döngüsünün değişik aşamalarında kromatidlere neler olduğunu gözlemlemeyi unutmayın.

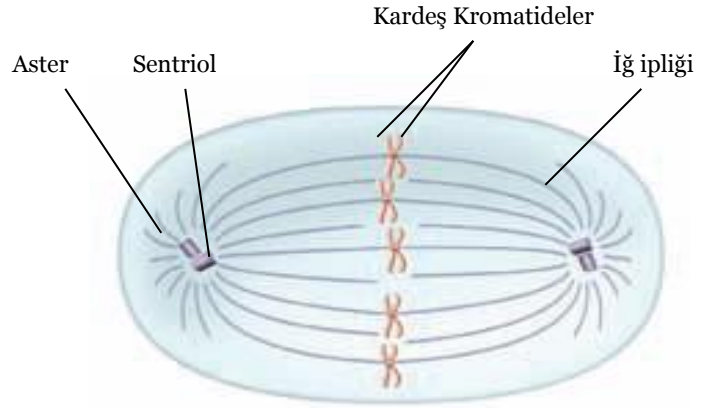
Anladık mı? İnterfazın anahtar etkinliği ile mitozun anahtar etkinliğini karşılaştırınız.

Şekil 7 Hücre döngüsü interfaz ile başlar. Mitoz takip eder ve profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere 4 evrede gerçekleşir. Mitozu sitokinez takip eder, sonra hücre döngüsü her bir yeni hücre ile tekrar eder.





Şekil 8 Hayvan hücrelerinde, iğ cisimciği iğ ipliklerinden, sentriollerden ve aster ipliklerinden oluşmaktadır.

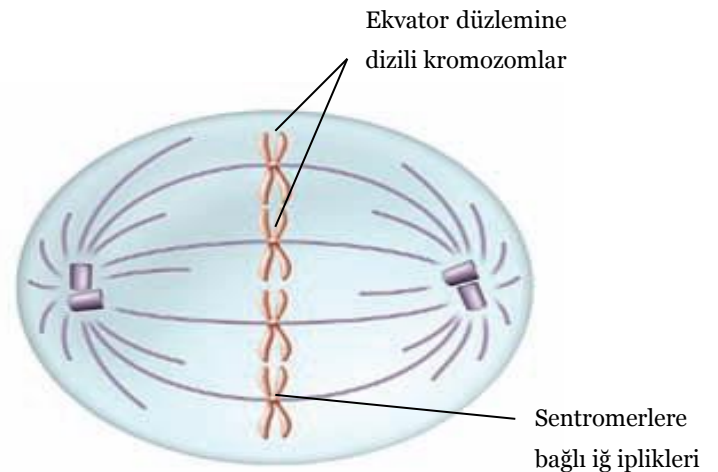
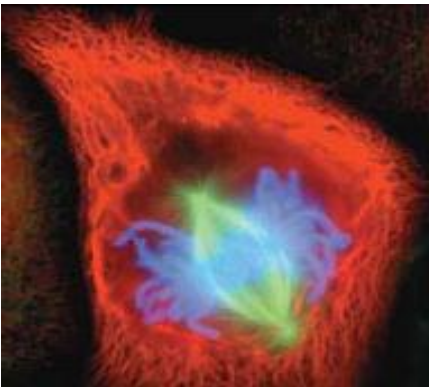


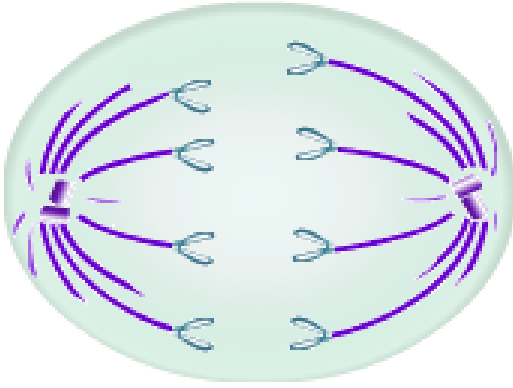
Profaz devam ederken, çekirdekçik (nükleolus) kaybolmaya başlar. Stoplazmada mikrotübüllerden oluşmuş **iğ iplikleri** adı verilen yapılar görülmeye başlanır. Hayvan hücrelerinde ve pek çok protist canlıının hücrelerinde mirotübül yapılarının kontrol merkezi olan **sentriol** çiftleri hücrenin uçlarına doğru ya da kutuplarına doğru hareket eder. Sentriollerin dışına doğru yıldız görünümüne sahip **aster iplikleri** denilen mikrotübüllerin diğer bir tipi daha vardır. Şekil 8’de görülen iğ iplikleri, sentrioller ve aster ipliklerinden oluşan tüm bu yapıya **iğ cisimciği** denilmektedir. İğ cisimciği hücre bölünmesinden önce kromozomların hareketi ve organizasyonunda görev alır. Sentrioller, bitki hücrelerinde iğ cisimciğinin bir parçası değildir, yani bitki hücrelerinde sentrioller bulunmaz.

Profazın sonuna doğru, çekirdek zarı yok olmaya başlar. İğ iplikleri her bir kromozomun kardeş kromatidlerine hem sentromer taraflarından hem de hücrenin karşılıklı kutuplarından bağlanırlar. Bu düzenleme bölünme sonunda oluşacak yeni hücrelerden her birinin ana hücrenin DNA’sının tam bir kopyasını almasını sağlar.

Metafaz Mitozun ikinci evresi olan **metafaz** süresince, kardeş kromatidler motor proteinler tarafından iğ cisimciği boyunca hücrenin merkezine doğru çekilirler ve Şekil 9’de görüldüğü gibi hücrenin ekvator bölgesinde aynı hızda dizilirler. Metafaz mitozun en kısa evrelerinden biridir, fakat başarılı bir şekilde tamamlandığında yeni hücrelerin kromozomların tam bir kopyasına sahip olmalarını sağlar.

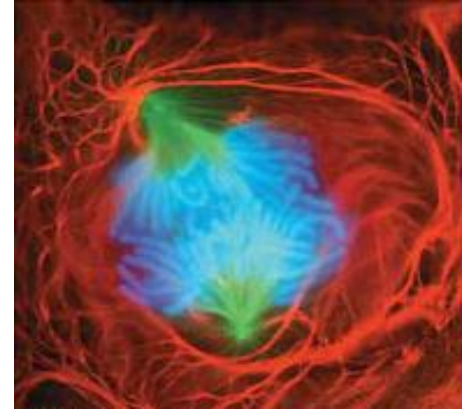
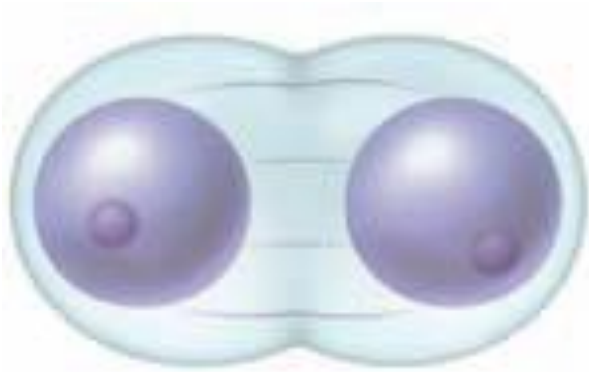
Şekil 9 Metafazda kromozomlar hücrenin ekvator düzleminde dizilir. **Bir hücrenin ekvatorunu dünyanın ekvatoru ile karşılaştırın.**





Anafaz Mitozun üçüncü evresi olan **anafaz** evresinde, kromozomları oluşturan kardeş kromatidler hücrenin karşılıklı kutuplarına doğru çekilerek birbirinden ayrılırlar. Anafazda, iğ cisimciklerini oluşturan mikrotübüller kısalmaya başlar. Bu kısalma, kardeş kromatidleri sentromerlerinden çekerek kardeş kromatidlerin genetik olarak birbirinin aynısı olan iki kromozoma ayrılmasına neden olur. Her ne kadar bu olayı kontrol eden mekanizmalar tam olarak henüz bilim adamları tarafından aydınlatılmamış olsa da, bütün kardeş kromatidler aynı anda birbirlerinden ayrılmaya başlar. Anafazın sonunda, mikrotübüller motor proteinlerin yardımı ile kromozomları hücrenin kutuplarına doğru hareket ederler.

Telofaz Mitoz bölünmenin son evresi telofaz olarak adlandırılır. **Telofaz** kardeş kromatidlerin birbirinden ayrılmasıyla oluşan, genetik olarak birbirinin aynı özellik taşıyan kromozomların hücrenin kutuplarına ulaştığı ve profaz evresindeki kısalıp kalınlaşmanın tersine uzayıp gevşemeye başladığı mitoz evresidir. Şekil 11’de de görüldüğü gibi, çekirdek zarı oluşmaya ve çekirdekçik tekrar görülmeye başlar. İğ cisimciği parçalara ayrılır ve bazı mikrotübüller hücre iskeletinin çeşitli parçalarını inşa etmek üzere hücre tarafından geri dönüşüme uğratılır. Her ne kadar mitozun dört evresi henüz tamamlanmış ve genetik materyal eşit olarak bölünerek paylaştırılmış olsa da hücre bölünmesi süreci henüz sona ermemiştir.



Şekil 10 Anafaz evresinde kardeş kromatidler birbirinden aynı anda ayrılarak hücrenin karşılıklı kutuplarına doğru çekilirler.

Mini Lab 9.2

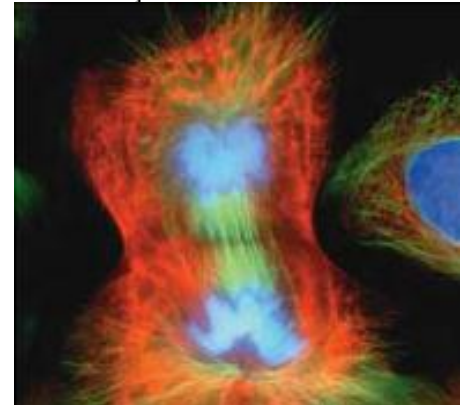
Mitoz Modeli Uygulama

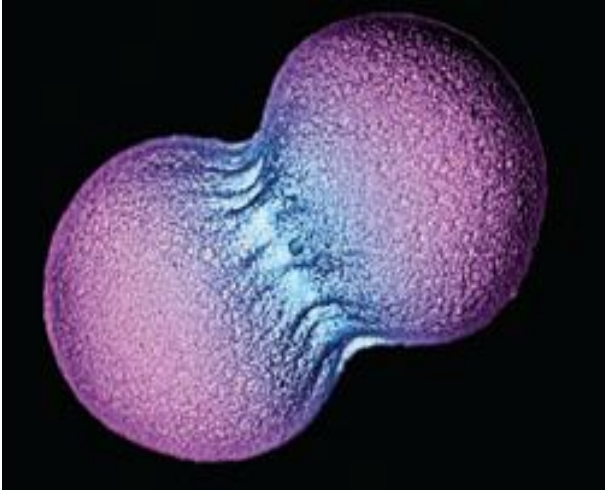
1. Öğretminizin vereceği **materyalleri** kullanarak hücre bölünmesi modelleri yapınız.
2. Modelinizde 4 kromozom kullanınız.
3. Bitirdiğinizde, modelinizi mitozun gerçekleştiği sıraya uygun olarak düzenleyiniz.

Analiz

1. Hangi basamaklarda hücre çekirdeği görülebilir?
2. Bölünen hücre kaç hücre meydana getirir?

Şekil 11 Telofazın sonunda, hücre genetik materyali kopyalama işini tamamlamış ve iki bölüme ayrılmaya başlamıştır, ancak hücre tamamen bölünmemiştir.





Şekil 12

Sol: Hayvan hücrelerinde sitokinez hücre ortasında oluşan bir bölünme yarığı ile başlayan bir boğumlanma ile gerçekleşir.

Sağ: Bitki hücrelerinde iki hücreyi arasında hücre plağı inşa edilerek yeni oluşan hücreler birbirinden ayrılırlar.

Sitokinez

Mitozun sonuna doğru, hücre sitoplazmanın bölüneceği **sitokinez** denilen bir başka sürece girer. Bu süreç, biri diğerinin aynısı olan çekirdeğe sahip iki yeni hücrenin oluşmasıyla sonuçlanır. Mitozun son evresinde, sitokineze katılacak olan mikrotübüller şekillenir. Şekil 12’da görüldüğü gibi, hayvan hücrelerinde sitokinez sitoplazmanın büzülmesi ya da boğumlanması için kullanılan mikrofilamentler sayesinde gerçekleşir.

Bitki hücreleri ise plazma zarlarını çevreleyen katı hücre duvarlarına sahiptirler. Bu nedenle boğumlanarak ikiye ayrılmak yerine, Şekil 12’da görüldüğü gibi iki kardeş hücre çekirdeği arasında hücre plağı denilen yeni bir yapı oluştururlar. Hücre plağı daha sonra kendini tamamlayarak hücre duvarını meydana getirir. Hücre duvarı tamamlandığında genetik olarak birbirinin aynısı olan iki yeni hücre meydana gelmiş olur.

İkiye bölünme ile bölünen, prokaryotik hücreler hücre bölünmelerini farklı bir şekilde sonlandırırlar. Prokaryotik DNA eşlendiğinde, kopyalardan her biri plazma zarına tutunur. Plazma zarının büyümesiyle, zara tutunmuş DNA molekülleri birbirinden ayrılır. Hücre iki yeni prokaryotik hücre üreterek bölünmeyi tamamlar.

Ders 1.3 Değerlendirme

Ders Özeti

- ▶ Mitoz eşlenmiş DNA’nın ayrıldığı bir süreçtir.
- ▶ Mitoz profaz, metafaz, anafaz ve telofaz evrelerini içerir.
- ▶ Sitokinez genetik olarak birbirinin aynısı olan kardeş hücreleri sonuç verecek olan stoplazmanın bölünmesi sürecidir.

Ana Fikri Anlama

Ana Fikir Neden mitozun tek başına kardeş hücreler üretemeyeceğini **açıklayınız**.

Mitozun her bir evresinde meydana gelen olayları **anlatınız**.

Profazdaki bir kromozomu çizerek kısımlarını **gösteriniz**.

Hücrenin en çok zaman geçirdiği mitoz evresini **belirtiniz**.

Bitki ve hayvan hücrelerinde sitokinezi **karşılaştırınız**.

Bilimsel Düşünme

Varsayım Mikrotübüllerin hareketini durduran ancak sitokinezi etkilemeyen bir ilaç bir hücreye uygulanırsa ne olur?

Biyolojik Rakamlar Eğer bir bitki hücresi, hücre düngüsünü 24 saatte tamamlıyorsa, 1 haftada kaç hücre oluşur?

Biyoloji Laboratuvarı

Hücre Döngüsünün Hangi Aşaması Ne Kadar Sürer?

Bu laboratuvarı, mikroskop kullanarak soğan kök hücrelerini inceleyecek ve hücre bölünmesinin değişik aşamalarını belirleyeceksiniz. Aynı zamanda bir hücrenin hücre döngüsünün hangi aşamasında ne kadar zaman harcadığını bulacaksınız.

Neler Yapacaksınız?

Mikroskop kullanarak hücre döngüsünün değişik aşamalarındaki soğan kök hücrelerini gözlemleyecek ve hangi aşamanın ne kadar zaman gerektirdiğini hesaplayacaksınız.

Materyaller

Mikroskop, renkli kalemler, hesap makinesi, hazır preparat (soğan kökü)

Uygulama

1. Laboratuvar güvenlik formunu okuyunuz ve doldurunuz.
2. Öğretmeniniz tarafından size verilecek olan “**Hücre Döngüsünün Hangi Aşaması Ne Kadar Sürer?**” çalışma formundaki yönergelerle uygun olarak verilerinizi bir tabloda toplayınız.
3. Topladığınız verileri kullanarak pasta grafiği yapınız.

Tablo. Örnek Veri Tablosu

Aşama	1.Gözlem	2.Gözlem	3.Gözlem
İnterfaz			
Profaz			
Metafaz			
Anafaz			
Telofaz			
Sitokinez			

Analiz ve Sonuç Çıkarma

1. En sık gözlemlediğiniz hücre döngüsü aşaması hangisidir?
2. Mitozun başlayabilmesi için hangi süreçlerin gerçekleşmesi gerekir?
3. Neden mitozun her aşaması farklı sürelerde sonlanmış olabilir? Açıklayınız.
4. Aşamaların sonlanma sürelerinin birbirine göre uzunluğuna bakarak ne gibi bir sonuca varılabilir?
5. Telofazın bittiğinin göstergesi nedir? Bu aşamanın sona erdiğinin göstergesi olarak gördüğünüz her hangi bir yapıyı tarif ediniz.
6. **Hata Analizi** Deneyinizdeki olası hata kaynakları nelerdir?
7. Çarpım sonuçlarını bölerek hücre döngünün nasıl tanımlanabileceğini açıklayınız.

Araştırma Soruları

1. İnterfaz ve mitoz, hayvan hücrelerinde profaz aşamasında sentriollerin belirmesinin dışında bitki ve hayvan hücrelerinde benzerlik gösterir. Bitki hücrelerinde mi yoksa hayvan hücrelerinde mi mitozun daha uzun sürdüğüne yönelik bir tahminde bulununuz. Tahmininizi test etmek için bir deney tasarlayınız.
2. Sizce mitoz ve hücrenin her aşamasında geçirdiği süre hakkında düşünmek neden önemlidir? Hücre döngüsünün hayatınıza etkisi nedir?



Bölüm 1.3

Ne Öğreneceksiniz?

- Hücre döngüsünü kontrol etmede siklin proteinlerinin oynadığı rolü özetlemeyi
- Kanser ve hücre döngüsü arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklamayı
- Programlanmış hücre ölümünün rolünü tarif etmeyi

Neden Önemli?

Hücre döngüsünün nasıl kontrol edildiğini bilmeniz kanserin nasıl gerçekleştiğini ve kanserden korunma yollarını anlamanıza yardımcı olacaktır

Hatırlatma

nükleotid: DNA ve RNA moleküllerini oluşturan alt birim

Yeni Kelimeler

siklin
siklin-bağlı kinaz
kanser
karsinojen
programlanmış hücre ölümü



- 1.3. Tek hücreli ve çok hücreli canlılar için mitozun önemini açıkla (BTTÇ 7).
1.4. Mitozun kontrol edilmesi ve bunun canlılar için önemini açıkla (BTTÇ 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 21, 22; BAS 7, 27).

Hücre Döngüsünün Kontrolü

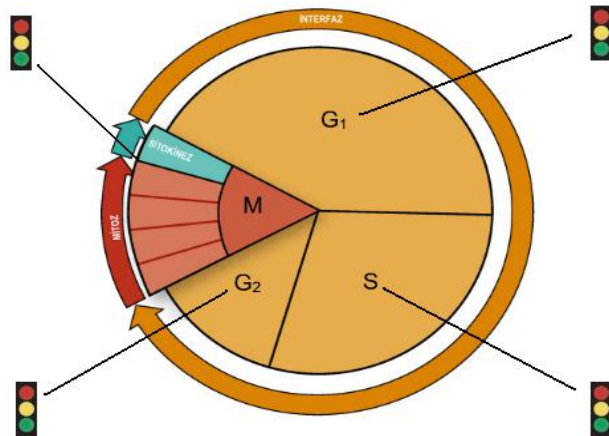
Ana Fikir Normal hücre döngüsü siklin proteinleri tarafından kontrol edilir.

Gerçek Hayat Bağlantısı Bilim kurgu filimlerinde dört elementi ele geçiren insanları, dinazorların geri dönüşünü ya da son model robotları izleyebilirsiniz. Bu filmlerde genellikle her şey yolunda giderken bir yanlışlık nedeniyle işler kontrolden çıkar. Hücre döngüsünde işler yolunda gitmezse neler olur? Vücudunuzu oluşturan milyonlarca hücrenin kontrolü nasıl yapılmaktadır?

Normal Hücre Döngüsü

Hücre bölünmesinin zamanlaması ve hızı organizmanın sağlığı açısından önemlidir. Hücre döngüsü hızı hücrenin türüne göre değişiklik gösterir. Hücre döngüsü, proteinlerin ve enzimlerin karıştığı bir mekanizma tarafından kontrol edilir.

Siklinlerin Rolü Arabayı çalıştırmak için anahtarı kontağa yerleştirip çevirmeniz ve motora ateşleme sinyali vermeniz gerekir. Benzer şekilde, ökaryotik hücrelerde hücre döngüsü bölünme süreci sinyali veren iki maddenin birleşmesi ile yönlendirilir. İnterfaz aşamasında **siklinler** denilen proteinler **sikline bağlı kinazlar** (CDKs) denilen enzimlerle bağlanarak hücre döngüsünde gerçekleşen çeşitli aktivitelerin ve mitozun başlamasını sağlar. Değişik siklin/CDK kombinasyonları hücre döngüsünün değişik aşamalarında gerçekleşen çeşitli aktiviteleri kontrol eder. Şekil 13 bazı önemli birleşmelerin nerelerde aktif olduğunu göstermektedir. İnterfazın G₁ aşamasında, siklin proteininin CDK ile birleşmesi hücre döngüsünün başlama sinyalini verir. Değişik siklin-CDK kombinasyonları hücre döngüsünde boyunca gerçekleşen DNA eşlenmesi, protein sentezi ve çekirdek bölünmesi gibi diğer olayların sinyalini verir. Aynı siklin-CDK birleşmesi hücre döngüsünün sonunda da sinyal verir.



Şekil 13 Sikline bağlı CDK'dan oluşan sinyal molekülleri hücre döngüsünü başlatır ve yönlendirir. Kontrol noktalarında hata denetimi yapılır ve bir hata görülürse döngü durabilir.

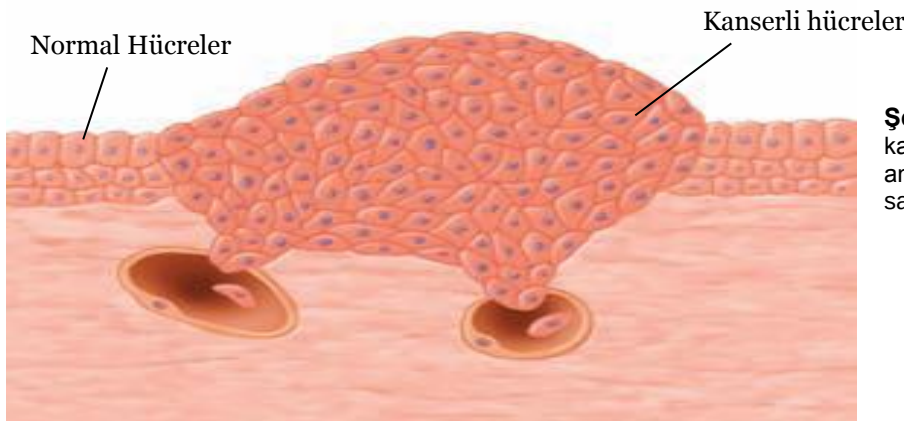
Kalite Kontrol Noktaları Arabayı çalıştırma sürecini tekrar hatırlayalım. Çoğu üretici sadece arabaya özgü anahtarın arabayı çalıştıracığından emin olmak için anahtara bir mikroçip yerleştirir. Bu hırsızlığa karşı bir kontrol noktası o-luşturur. Hücre döngüsünde de döngünün denetlendiği ve bir şey yanlış giderse durdurulabileceği kontrol noktaları vardır. Örneğin, G₁ aşamasının sonlarında yer alan kontrol noktası hücre büyüklüğünü denetler ve hücre yeterince büyük değilse interfazın S aşamasına girmeden önce döngüyü durdurabilir. S aşamasında ve DNA'nın eşlenmesinden sonra G₂ aşamasında başka bir kalite kontrol noktaları vardır. Mitozda da iğ iplikleri kontrol noktaları tanımlanmıştır. Eğer iğ ipliklerinde bir hata bulunursa döngü sitokinezden önce durdurulabilir. Şekil 13, hücre döngüsündeki ana kontrol noktalarının yerlerini göstermektedir.

Anormal Hücre Döngüsü: Kanser

Sağlık ile Bağlantı Hücre döngüsü her ne kadar sıkı bir biçimde kontrol ediliyor olsa da bazen hataların olabileceği karmaşık bir süreçtir. Hücrelerin normal hücre döngüsü kontrol mekanizmalarına cevap vermemeleri kanser denilen bir durum ile sonuçlanabilir.

Kanser hücrelerin hücre döngüsünün kontrolündeki bir hata nedeniyle kontrolsüz olarak büyümeleri ve bölünmeleridir. Kontrol edilmezlerse kanser hücrelerinin artan sayısı normal hücrelerin işlevlerini yapamamalarına ve doku kaybına neden olarak bir organizmayı öldürebilir. Kanser hücreleri, temel besin maddeleri var olduğu sürece büyüğü ve kontrolsüz olarak bölündüğü için interfazda normal hücrelerden daha az zaman geçirir. Şekil 14 kanser hücrelerinin nasıl normal hücreleri sabote ettiklerini göstermektedir.

Kanserin Nedenleri Kanser sadece zayıf organizmalarda meydana gelmez. Aslında, kanser sağlıklı, aktif ve genç organizmalarda da görülür. Proteinlerin üretimini kontrol eden DNA parçalarındaki değişiklikler ve mutasyonlar hücre bölünmesinin kontrol mekanizmasını bozabilir. Çoğu kez, oluşan genetik değişiklikler ve hasarlar çeşitli onarım sistemleri tarafından onarılır. Fakat, onarım sisteminin başarısızlığı kanserle sonuçlanabilir. Çeşitli çevresel faktörler kanser hücrelerinin oluşumunu etkileyebilir. Kanser yaptığı bilinen maddelere ve ajanlara **karsinojenler** denir.

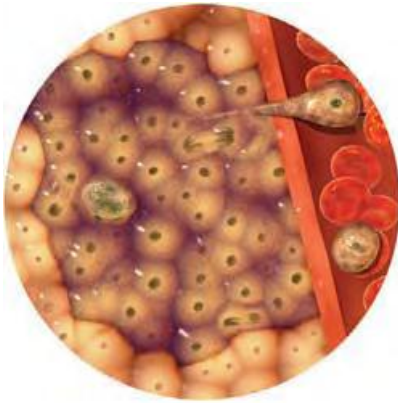
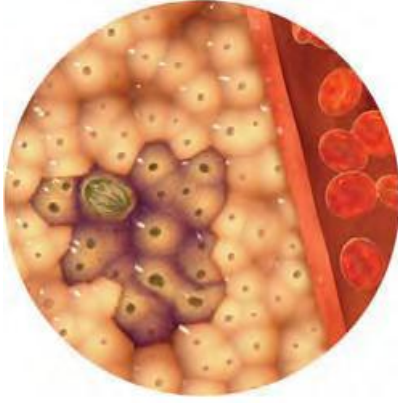


MESLEK SEÇİMİ

Onkolog

Onkoloji kanserin oluşumu, nedenleri, kalıtımla ilişkisi, tanısı, tedavisi, kanserle ilgili istatistikler ve kanserden korunmayla ilgilenen tıp dalıdır. Bu dalda görev yapan bilim adamlarına onkolog denilmektedir.

Şekil 14 Tıp alanında uzman kişiler kanser hücrelerini tanıyabilirler çünkü anormal şekilde büyük ve düzensiz şekle sahiptirler.



Şekil 15 İyi huylu (selim) kanser hücreleri bulundukları dokuda çoğalırken, kötü huylu (habis) hücreler metastaz yaparak vücuda yayılır.

Her ne kadar kanserden tamamiyle korunmak mümkün olmasa da bilinen karsinojenlerden kaçınmak kanser riskini azaltmaya yardımcı olabilir. Ülkemizde, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı yiyecek ve içeceklerimizin güvenliğini sağlamak için denetimler yapmaktadır. Bakanlık aynı zamanda karsinojen etki yapabilecek ürünlerin üzerlerine uyarı ve etiket konulmasını zorunlu kılmaktadır. Endüstriyel hukuk insanların iş yerlerinde asbest gibi kansere neden olan kimyasallardan korunmasına yardımcı olmaktadır. Örneğin, içerisinde yaşayan ve çalışanların korunması için çoğu eski binadan asbest içeren maddeler uzaklaştırılmıştır. Yine her türlü tütün ürününden uzak durmak ve içilen ortamlarda bulunmamak kanser riskini azaltabilir.

Güneşten gelen morötesi radyasyon gibi bazı radyasyonlardan korunmak olanaksızdır. Maruz kalınan morötesi radyasyonun miktarı ile deri kanseri gelişme riski arasında bir ilişki vardır. Bu nedenle, güneşe maruz kalan herkese güneş kremi kullanmaları önerilir. X ışınları gibi radyasyonun diğer formları dış çürüklerini kontrol etmek veya kırılan kemiklere bakmak gibi tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Radyasyon etkisinden korunmak için X ışınının etkili olduğu ortamlarda ağır kurşun önlük giyilmelidir.

Kanser Genetiği DNA’da meydana gelen birden fazla değişiklik normal hücrelerin kanser hücrelerine dönüşmesine neden olur. Zamanla DNA’da pek çok değişiklik meydana gelebilir. Bu nedenle yaşa bağlı olarak kanser riski artmaktadır. Kanser gelişimi için çok sayıda değişimin zorunlu olması bazı ailelerde sıklıkla kansere rastlanmasına neden olur. Ailesinden edindiği bir ya da daha fazla değişikliği miras yoluyla kazanan bir bireyin kanser olma riski bu değişiklikleri miras edinemeyen bireyden daha fazladır.

Biyoloji Laboratuvarı

Güneş Kremlerini Karşılaştıralım

Güneş kremleri gerçekten güneş ışınlarını engeller mi? Güneş kremleri güneş ışığından UVB’yi absorbe eden çeşitli bileşikler içermektedir. UVB deri kanserine neden olabilen DNA mutasyonları ile ilişkilidir. Çeşitli güneş kremlerinin güneş ışınlarını durdurmada ne kadar etkili olduklarını bulunuz.

Uygulama

1. Laboratuvar güvenlik formunu okuyun ve doldurun.
2. Öğretmeniniz tarafından size verilecek olan **güneş koruyucu ürünlerden** birini seçiniz. Veri kağıdına ürünün etken maddelerini ve Güneşten Koruma Faktörünü (GFK) kaydediniz.
3. **İki adet plastik tabaka** alınız. Tabakalardan birinin üzerine **tükenmez kalemle** geniş boşluk bırakarak iki daire çiziniz. Dairelerden birinin ortasına bir damla güneş koruyucu damlatınız ve diğerine de **çinko oksit** damlatınız.
4. İkinci plastik tabakayı dairelerin üzerine yayınız. Bir **kitap** ile bastırarak damlaları yayınız.
5. Güneşe duyarlı kağıt ile kaplı bir parçayı ve iki parça plastik tabakayı güneşli bir alana alınız. Hızlı bir biçimde kağıdı açınız, üzerine iki parça plastik tabakayı yayınız ve güneş ışınlarını doğrudan alabileceği yere yerleştiriniz.
6. Kağıt tamamen maruz kaldıktan sonra güneş ışığından uzaklaştırınız ve sonuçları yönergeye göre hazırlayınız.

Analiz

1. **Eleştirel Düşün** Niçin güneşten koruyucuları çinko oksitle karşılaştırdınız?
2. **Sonuç Çıkarma** Sınıfınızın tamamı tarafından hazırlanan güneşe duyarlı kağıtları inceledikten sonra hangi güneş koruyucunun DNA mutasyonlarından en iyi korunma sağlayacağını düşünüyorsunuz?



Şekil 16 İnsan embriyosu, gelişiminin erken aşamalarında perdeli parmaklara sahiptir. Parmakların arasındaki hücreler gelişimin sonraki aşamalarda apoptosis geçirir. Bu sayede, bebekler perdesiz el ve ayak parmakları ile doğar.

Programlanmış Hücre Ölümü: Apoptosis

Bütün hücreler hayatta kalmak üzere programlanmamıştır. Embriyo bölünürken bazı hücreler **apoptosis** ya da programlanmış hücre ölümü denilen bir süreçten geçer. Apoptosis sürecine giren hücreler kontrollü olarak küçülüp büzüşür. Teorik olarak, tüm hayvan hücrelerinin gerektiğinde harekete geçirilmek üzere hazır bekleyen kendini imha programına sahip olduğu düşünülmektedir.

İnsan vücudunda apoptosis olayına el ve ayaklarının gelişimi sırasında rastlanır. Eller ve ayaklar gelişmeye başladığında, hücreler baş parmak ve diğer parmaklar arasındaki boşluğu kaplamaktadır. Normal olarak, bu doku apoptosis geçirir, hücrelerin zamanında büzüşüp ölmesiyle yetişkin organizmada parmaklar arası ağlar oluşmaz. Bitkilerde apoptosise sonbaharda ağaçların yaprak dökmeleri sırasında rastlanır. Apoptosis kansere neden olabilen DNA'sı onarılamayacak kadar hasarlı hücrelerde de meydana gelir. Bu nedenle, apoptosis organizmayı kanserli doku gelişiminden korumaya yardımcı olabilen önemli bir süreçtir.



Şekil 17 Yaprak sapında bulunan hücrelerin apoptosis geçirmesi sayesinde bitkiler yapraklarını dökerler.

Ders 1.3 Değerlendirme

Ders Özeti

- Ökaryotik hücrelerde hücre döngüsü siklinler tarafından control edilir.
- Kontrol noktaları hücrenin doğru olarak bölünmekte olduğundan emin olmak için pek çok aşamaya yerleştirilmiştir.
- Kanser control edilemeyen büyüme ve kontrolsüz hücre bölünmesidir.

- Apoptosis programlanmış hücre ölümüdür.

Ana Fikri Anlama

1. **Ana Fikir** Siklinlerin hücre döngüsünü nasıl control ettiğini **anlatınız**.
2. Kanserli hücre döngüsünün normal hücre döngüsünden nasıl farklı olduğunu **açıklayınız**.
3. Üç karsinojen **tanımlayınız**.
4. Apoptosis ile kanseri **karşılaştırınız**.

Bilimsel Düşünme

5. **Varsayım** Belirgin DNA hasarı olan hücrelerde apoptosis olmazsa ne olabilirdi?
6. **Biyolojik Yazılar** Bir tanıtıcı araç olarak X ışınlarından korunma yollarını anlatan bir dışçı broşürü için bir slogan ya da deyim yazınız.

Bölüm 2

Ne Öğreneceksiniz?

- Eşeysiz üremeyi tanımlamayı
- Rejenerasyon ve klonlamanın birbirinden farklı olduğunu ayırt etmeyi
- Eşeysiz üreme sonucu oluşan bir birey ile ata birey arasında karşılaştırma yapmayı

Neden Önemli?

Hücrelerin neden bölündüğünü öğrenmek hücrelerin yaşam döngüsünü anlamaya yardımcı olacaktır

Hatırlatma

prokaryot: zarla çevrili organelli bulunmayan hücre

Yeni Kavramlar

eşeysiz üreme
ikiye bölünme
tomurcuklanma
rejenerasyon
klonlama



Eşeysiz üremenin tarımsal üretimdeki önemini açıkla (BTTÇ 8, 9, 11, 12, 18, 29, 31; BAS 27).

Eşeysiz Üreme

Ana Fikir Eşeysiz üreme sayesinde ata bireyle aynı özelliklere sahip yavru bireyler meydana gelir.

Gerçek Hayat Bağlantısı Hiç kendinizi klonlamak istediğiniz oldu mu? Bu yolla, klonunuz sıkıcı işlerinizi ve ev ödevlerinizi yaparken siz arkadaşlarınızla zaman geçirebilirsiniz. Kendilerinin tıpa tıp aynısı olan kopyalarını yaparak üreyen organizmalar var mıdır?

Eşeysiz üreme nedir?

Üreme konusu düşündüğümüzde genellikle eşeyli üreme aklımıza gelir. Hatırlayacağınız gibi eşeyli üreme sperm ve yumurtanın birleşmesi sonucu oluşur ve bu nedenle eşeyli üreme için çoğunlukla iki ata birey gerekir. Ancak çoğu organizma yalnızca bir ata bireyden meydana gelmiştir. **Eşeysiz üreme** ata birey tarafından üretilen sperm ve yumurtanın bir araya gelmesine gerek duyulmadan yavru bireylerin meydana geldiği üreme biçimidir. Eşeysiz üreme genetik olarak ata bireyle aynı özellikleri taşıyan yavru bireylerin oluşması ile sonuçlanır. Şekil 17’de görülen laleler eşeysiz üreme sonucu oluşmuştur.

Eşeysiz Üremenin Avantajları

Eşeysiz üremede eşeyli üremeden farklı olarak çiftleşmeye ihtiyaç duyulmaz. Yani, eşeysiz olarak üreyen bir organizma zamanını ve enerjisini eş bulmaya harcamak zorunda değildir. Üstelik, eşeysiz olarak bir kaç yavru birey meydana getirmek aynı sayıda yavru bireyi eşeyli olarak meydana getirmekten daha az zaman alır. Çünkü, ata ve yavru bireyler genetik olarak birbirlerinin aynısı olduğundan her ikisi de aynı çevresel koşullara eşit oranda uyum sağlamıştır.



Şekil 17 Eşeysiz üreme sayesinde çiçek yetiştiricileri genetik olarak birbirinin aynısı olan çiçekler elde edebilirler.

Eşeysiz üreme çeşitlerini örneklerle açıkla.

Eşeyssiz Üremenin Dezavantajları

Eşeyssiz üreme sonucunda genetik çeşitlilik meydana gelmez. Bir popülasyondaki genetik çeşitliliğin çevrede meydana gelen değişimlerin ardından hayatta kalma şansını arttırdığını hatırlayınız. Şekil 17’deki gibi serada yetiştirilen bir lale popülasyonunu ele alalım. Serada çalışan bir işçinin bilmeyerek lale bitkilerini hastalığa neden olan bakterilen bulaştığı bir toprağa ektiğini kabul edelim. Laleler genetik olarak birbirlerinin aynısı olduklarından hastalık büyük bir olasılıkla lalelerin tamamını etkileyecektir. Lale popülasyonunun tamamı yok olacaktır. Eşeyssiz üremenin bir diğer dezavantajı ise genetik değişiklik veya mutasyonlarla ilgilidir. Bir organizmanın hücrelerinde oluşan zararlı bir mutasyon eşeyssiz üreme ile yavru organizmalara geçebilir. Böylece yavru organizmaların hayatta kalma yeteneklerini etkileyebilir.

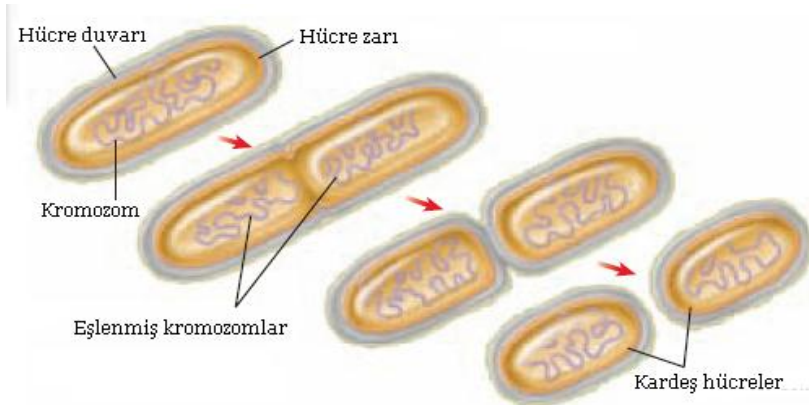
Anladık mı? Eşeyssiz üremenin olumsuz yönlerinden ikisini belirtiniz? interfazın anahtar etkinliği ile mitozun anahtar etkinliğini **karşılaştırınız**

Eşeyssiz üreme çeşitleri nelerdir?

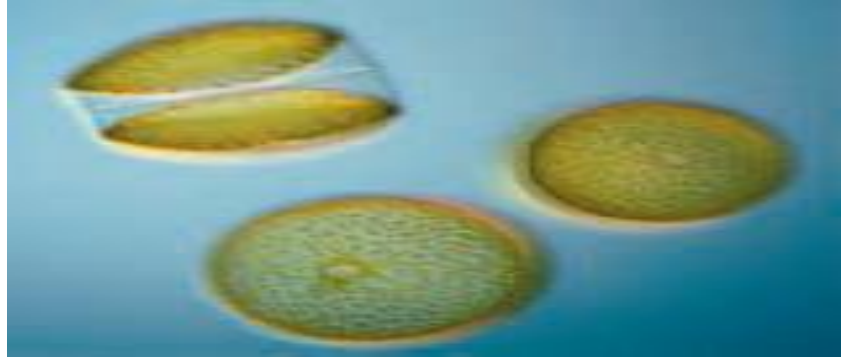
Canlılar eşeyssiz olarak üreyebilmek için çok değişik yöntemler izleyebilirler. Yine de, bu yöntemlerin hepsinde de hücre bölünmesi görülür. Aralarında bakterilerin de olduğu prokaryotlar mitoz dışında başka bir hücre bölünmesi ile eşeyssiz olarak ürerler. Ökaryotlar ise mitoz bölünme ile eşeyssiz olarak ürerler.

İkiye Bölünme

Çoğu prokaryot Şekil 18’de gösterildiği gibi ikiye bölünme olarak adlandırılan bir süreçle eşeyssiz olarak ürerler. **İkiye bölünme** küçük çember şeklinde DNA’sı olan fakat çekirdeği olmayan bakterilerin genetik olarak birbirinin aynısı olan iki hücreye bölünmesidir. Bu süreçte, prokaryotik kromozom eşlenir, orjinal kromozom ve yeni kopya birbirinden ayrılır. Bunlar olurken hücre uzayarak büyümeye devam eder. Hücre zarının yeni parçası ve hücre duvarı oluşur ve hücreyi birbirinin aynısı olan iki hücreye ayırır. İdeal çevre şartları altında, insan bağırsaklarında bulunan bir bakteri olan E.coli her 20 dakikada bir ikiye bölünebilir. Eğer her şey yolunda giderse bir bakteri hücresinden ikiye bölünme sayesinde sadece on saat içerisinde bir milyon hücre oluşabilir.



Şekil 18 İkiye bölünmede bakteri büyürken DNA eşlenir. DNA eşlendiğinde ve hücre orjinal büyüklüğünün yaklaşık olarak iki katına ulaştığında iki DNA kopyası ayrılır. Hücre zarı içe doğru gelişir ve hücre birbirinin aynısı iki kardeş hücreye bölünür.

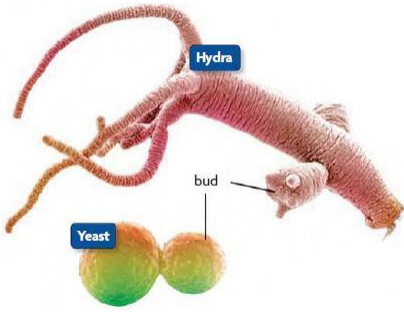


■ **Şekil 19** Diatomeler protisler olarak adlandırılan bir grup tek hücreli ökaryotik organizmadır. Suda yaşarlar ve fotosentez yaparak kendi besinlerini elde ederler.

Mitotik Hücre Bölünmesi

Şekil 19’da görülen diatome gibi bazı tek hücreli ökaryotlar mitotik hücre bölünmesi sayesinde eşeysiz olarak üreyebilirler. Mitoz ve hücre bölünmesinin bir hücreden genetik olarak birbirinin aynısı olan iki yeni hücre meydana getirdiğini hatırlayınız. Tek hücreli ökaryotik canlılarda görülen eşeysiz üreme sonucunda da birbirinin aynısı iki hücre meydana gelir ancak bu hücreler artık bağımsız birer organizmadır.

Tomurcuklanma



Şekil 20 Mantar hücreleri tomurcuklanır. Hidra tomurcuğu ata canlının küçük bir kopyası gibidir. Hidra ile hidra tomurcuğunu genetik yapı bakımından **karşılaştırınız**.

Mantar aleminin bir üyesi olan mayalar tek hücreli ökaryotik canlılardır. Maya hücreleri yeni organizmanın ata organizma üzerinde olduğu eşeysiz üreme yöntemi olarak tanımlanan tomurcuklanma ile çoğalırlar (Şekil 20). Tomurcuk adı verilen yeni organizma mitoz ve hücre bölünmesi yoluyla oluşur. Genetik olarak ata organizmanın aynısı olan tomurcuk sonunda atasından ayrılarak kendi yaşamını sürdürür. Tatlı sularda yaşayan hidra gibi bazı çok hücreli hayvanlar da tomurcuklanarak üreyebilirler. Ata hidranın sapında tomurcuğun nasıl oluştuğuna dikkat edin. Aralarında bitkilerinde olduğu çoğu çok hücreli ökaryotlar gibi hidralar da hem eşeyli hem de eşeysiz olarak üreyebilirler.

Biyoloji Laboratuvarı 4

Mayalar Nasıl Çoğalır?

Kuru mayaya şeker ve sıcak su eklerseniz ne olur?

Uygulama

1. Laboratuvar güvenlik formunu tamamlayınız.
2. Bir kaba veya **behere** 125 mL **34°C sıcaklığında** su doldurunuz.
3. Suya **5 gram şeker** ve **5 gram maya** ilave edin. Hafifçe **karıştırınız**. 5 dakika sonra gözlemlerinizi kaydedin.
4. **Damlalık** kullanarak maya çözeltisinden bir damla alınız.
5. **Lam** ve **lamel** arasına damlatarak **mikroskop** altında inceleyiniz. Gördükleriniz çiziniz.

Analiz

1. Mayalarda üremenin kanıt ne olabilir? **Açıklayınız**.
2. Mikroskop altında gözlemlediğiniz süreci **tanımlayınız**.

Rejenerasyon (Yenilenme)

Embriyoyu oluşturan hücrelerin değişik tipte hücreler haline gelmesi sürecine hücre farklılaşması denilmektedir. Bitkilerde hücre farklılaşması embriyonik dönemle sınırlı değildir. Hücre farklılaşması geçiren bazı bitki hücreleri farklılaşarak farklı tipte hücreler oluşturabilirler. Ancak, hücre farklılaşması geçiren insan hücreleri başka tipteki hücrelere farklılaşıp gelişemezler. Yine de bazı hayvanlar diğer hücre tiplerine farklılaşabilen hücrelere sahiptirler.

Hayvanlarda Rejenerasyon

Hayvan vücudunun bir parçasından yeni bir hayvanın meydana geldiği eşeysiz üreme yöntemine **rejenerasyon** adı verilir. Şekil 21’de görülen deniz yıldızı rejenerasyonla eşeysiz olarak çoğalabilir. Eğer deniz yıldızı parçalara ayrılırsa her bir parça eksik parçasını tamamlayarak ayrı ayrı bir deniz yıldızı haline gelir. Yeni oluşan deniz yıldızlarının hepsi genetik olarak birbirinin aynıdır.

Vücut Parçalarının Yenilenmesi

Rejenerasyon terimi bazen hayvanların eksik olan parçalarını tamamlaması olayını tanımlamak için de kullanılır. Örneğin, eğer bir deniz yıldızının bir kolu kesilirse, deniz yıldızının kopan kolu yeniden gelişebilir. Bu yeniden gelişme ortaya yeni bir birey çıkmadığı için eşeysiz üremeye örnek olarak gösterilemez.

Bitkilerde Rejenerasyon

Bitkilerde yeni bir birey bir gövde, yaprak ya da kök parçasının rejenerasyonla çoğalması sonucu meydana gelebilir. Örneğin, şekil 22’de görülen hintinciri kaktüsünün gövdesi gözyaşı biçiminde parçaların birbirine kaynaşması sonucu oluşmuştur. Eğer bu parçalardan bir yere düşerse bu parça kök salarak yeni bir bitki halinde gelişebilir.

Sporla Üreme

Spor, gametlerin birleşmesi olmadan yeni bir organizmayı meydana getirebilen dışı sert bir örtü ile kaplı haploid üreme hücresidir. Bu sporlar miselyumu oluşturacak olan yeni hifleri üretirler.

Vejetatif Üreme

Vejetatif üreme yeni bitkinin varolan bitkinin parçalarından geliştiği eşeysiz üreme şeklidir. Yeni bitkilerin genetik yapısı orijinal bitkinin aynısı olduğundan bir bakıma orijinal bitkinin klonudur. Yani, vejetatif üreme sonucu oluşan bitkiler eşeyli üreme sonucu oluşanlardan farklı olarak tek tiptedir.

Vejetasyonla üremenin bir takım üstün yanları da vardır. Vejetasyonla üremede spor veya tohum gibi yapıların oluşumu gerekmediğinden daha az zaman alan bir yöntemdir. Yine bitkilerde bazı meyveler tohum üretmediğinden vejetatif üreme bu bitkilerin üreyebileceği tek yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kelime Kökeni

rejenerasyon

Latince *regeneratus*; yenilenmek anlamına gelir



■ **Şekil 21** Deniz yıldızları rejenerasyonla eşeysiz olarak üreyebilir.



■ **Şekil 22** Firenk inciri kaktüsünden yere düşen gözyaşı biçimindeki parçalar gelişerek tam bir bitki meydana getirebilir.



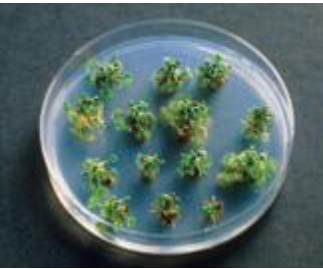
■ **Şekil 23** Kurt mantarları trilyonlarca spor üretebilir.



■ **Şekil 24** Patates bitkisinin gözlerinden gelişen yeni bir patates bitkisi.



■ **Şekil 25** Bir çok ev bitkisi kesilen bitki parçalarının su içerisinde bir kaç hafta bekletilerek köklendirilmesi yolu ile çoğaltılır.



■ **Şekil 26** Bu kaktüs klonları doku kültürü kullanılarak üretilmiştir.

Bazı bitkiler özel olarak vejetatif üremeye uyum sağlamış yapılar geliştirmişlerdir. Çiçek gibi bazı bitkiler toprakta yatay olarak gelişebilen gövdeler geliştirirler. Bu gövdelere **stolon** ya da **sürünücü gövde** adı verilir. Stolonun üzerindeki belirli bir noktadan kök ve yapraklar gelişerek yeni bir bitkiyi meydana getirebilir. İrisler gibi diğer bazı bitkiler **rizom** adı verilen toprak altı gövdelerini kullanarak çoğalabilirler. Yeni bitkiler, ana bitkiden ayrıldığında rizomun birleşme yerlerindeki tomurcuklardan gelişir. Bir patates aslında depo yapmaya uyum sağlamış toprak altı gövdesi yani bir **tuber**dir. Patatesin üzerindeki gözlenekler yeni bitkinin filizlenebileceği tomurcuklardır. Lale, nergis ve soğan gibi bitkiler **bulbus** (çiçek soğanı) adı verilen yapılar sayesinde eşeysiz olarak ürerler. Bulbuslar depo yapmaya uyum sağlamış, kağıt şeklindeki koruyucu deri yapraklarla örtülü toprak altı gövdesidir. Uygun ortam şartlarında, bulbus yeni bitkileri meydana getirmek için bölünebilir.

Vejetatif Üreme Uygulamaları

Çiçekler, bitki yetiştiricileri ve bilim adamları çekirdeksiz meyve ya da soğuğa direnç gibi istenilen kalitede bitkiler yetiştirmek için vejetatif üremeyi kullanırlar. Belirli bitkilerden kesilen yaprak, kök, gövde parçaları uygun çevre koşulları altında gelişerek yeni bitkileri oluştururlar. Menekşe gibi bazı ev bitkileri kök, gövde veya yapraklarından **kesilen parçalar** kullanılarak üreyebilirler. Eğer parçalar toprağa gömülürse ya da su içerisinde yerleştirilirse bu parçalardan yeni kökler gelişir. Ticari değeri olan bitkiler bu sayede daha az bakım ve emek harcanarak yetiştirilebilir. Bazı bitkiler **doku kültürü** olarak adlandırılan bir teknik kullanılarak bir kaç bitki dokusu hücresinden gelişebilirler. Bitki dokusu besleyici agar içerisinde steril koşullarda gelişir. Sonuç olarak, yüzlerce genetik olarak birbirinin aynısı olan bitki meydana getirilmiş olur. Meyve ağacı yetiştiricileri iki ya da daha fazla bitkiden alınan vejetatif yapılarının bir araya getirildiği **aşılama** yöntemi ile üretilmiş ağaçları yetiştirirler. Aşılama yönteminde bir ağacın kabuğuna bir kesik açılarak ve başka bir bitkinin bir dalı ya da tomurcuğu buraya yerleştirilir. Yetiştiriciler istenilen bir meyve yada yemiş üreten bir tomurcuğu, hastalığa karşı dirençli olma gibi başka istenilen özelliğe sahip bir ağacın gövdesine aşılayabilirler.

Bölüm 2 Değerlendirme

Bölüm Özeti

- Bazı organizmalar tek bir ata bireyden eşeysiz üreme sonucu meydana gelir.
- Bakteriler ikiye bölünme, ökaryotlar tomucuklanma, mitoz bölünme, yenilenme, sporla üreme ve vejetasyon gibi yöntemlerle eşeysiz olarak üreyebilir.
- Vejetatif üreme uygulamaları sayesinde bitkiler kolay yoldan çoğaltılabilir.

Ana Fikri Anlama

1. **Ana Fikir** Eşeysiz üremeyle oluşan canlıların neden aynı özellikler taşıdığını **açıklayınız**.
2. Eşeysiz üremenin avantajlarını ve dezavantajlarını **tartışınız**.
3. Prokaryotların nasıl çoğaldıklarını **anlatınız**.
4. Rejenerasyonla üreyen canlılara **örnek veriniz**.
5. İkiye bölünme ve tomurcuklanma olaylarını **karşılaştırınız**.

Bilimsel Düşünme

6. **Varsayım** Aynı meyve ağacının kesilen parçalarından oluşturulmuş bir bahçe olduğunu düşünelim. Bir meyve ağacının yaprağı üzerinde bir mantarın neden olduğu lekeler gördünüz. Bu hastalığın diğer ağaçlarda da hastalık yapip yapamayacağını tartışınız.
- Bilgiyi düzenle** Aşağıdaki gibi bir tablo oluşturarak eşeysiz üremenin görüldüğü farklı olayları sıralayınız.

Biyoloji Laboratuvarı

Bitki Çoğaltma

Oldukça güzel ve değişik özelliklere sahip bitki türlerini evlerimizde süs bitkisi olarak kullanmaktayız. Yaprak güzeli gibi bitkileri basit bir kaç işlem ile çoğaltabiliriz.

Neler Yapacaksınız?

Sevdiğiniz bir süs bitkisinden kestiğiniz bir parçayı kullanarak aynı özelliklere sahip bir süs bitkisi elde edecek ve bir bitkinin büyüme sürecini gözlemleyeceksiniz.



Materyaller

yaprak güzeli bitkisi
paketlenmiş saksı toprağı
kap
makas
oda sıcaklığında su

Uygulama

1. Başlamadan önce laboratuvar güvenliği formunu okuyup doldurunuz.
2. Bitki dallarından birini üç sıra yaprağın altından kesiniz.
3. En alt sıradaki yaprakları koparınız.
4. Kesilen bitki parçasını içerisinde bir miktar nemli saksı toprağı bulunan kap içerisine yerleştiriniz. Yaprakların gövdeye bağlandığı kısmın toprak yüzeyinin üzerinde kalmasına dikkat ediniz.
5. İşlemi 8-10 kez tekrar ediniz.
6. Her gün oda sıcaklığındaki suyu toprağın üzerine serpiştiriniz. Aşırı sulama yapmayınız.
7. İki günde bir bitkinin boyunu ölçünüz. Ölçüm sonuçlarını aşağıdaki veri tablosuna kayıt ediniz.

	Gün1	Gün3	Gün5	Gün7	Gün9	Gün11	Gün13	Gün15	Gün17	Gün19	Gün21
Boy (cm)											

8. Gözlemlerinizi ayrı bir kağıda yazınız (gözlemlerinizde bitkinin sağlığı, su miktarındaki değişim veya sıcaklık ya da güneş ışığındaki değişikliklere yer veriniz).

Analiz ve Sonuç

1. Yeni yaprak güzeli bitkisini elde ederken hangi üreme yöntemini kullandığınızı düşünüyorsunuz?
2. Elde ettiğiniz verileri kullanarak yaprak güzeli bitkisinin günlük boy uzamasını gösteren bir grafik çizersiniz.

Bölüm 3

Ne Öğreneceksiniz?

- Mayozda kromozom sayısının nasıl yarıya indiğini açıklamayı
- Mayozun evrelerini gerçekleştiren olayları özetlemeyi
- Genetik çeşitliliği sağlayan mayozun önemini anlamayı

Neden Önemli?

Hücrelerin neden bölündüğünü öğrenmek aynı türden bireyler arasında görülen farklılığın nedenini anlamamızı sağlayacaktır

Hatırlatma

kromozom: DNA içeren hücre yapısı. Bölünmekte olan hücrelerde kromatin ipliklerin ayrılmak üzere iken aldıkları kısa, ucu kıvrık çubuk şekil

Yeni Kelimeler

gen
homolog kromozom
gamet
haploid
diploid
döllenme
crossing-over

Şekil 1 Homolog kromozomlar üzerinde aynı karakter üzerine etki eden genler bulunur.



3.2. Mayozun başlıca evrelerini şema üzerinde açıkla (BTTÇ 15; BAS 26).

3.3. Eşeyli üremede mayozun önemini açıkla (BTTÇ 7).

Mayoz ve Eşeyli Üreme

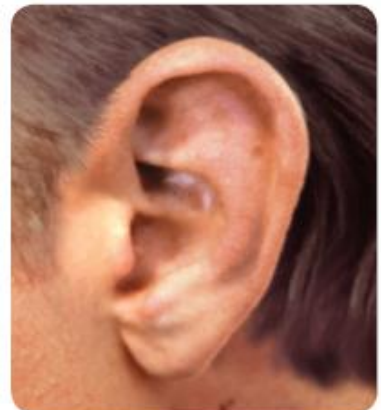
Ana Fikir Mayozla haploid gametler meydana gelir.

Gerçek Hayat Bağlantısı Sınıfınızdaki arkadaşlarınıza dikkatlice bakınız. Herhalde arkadaşlarınızdan her biri farklı kiloya, göz rengine ve saç rengine ya da diğer özelliklere sahiptir. Yani arkadaşlarınızdan hiç biri diğerine benzememektedir. Acaba sizin ve arkadaşlarınızın değişik özelliklere sahip olmasının nedeni ne olabilir?

Kromozom ve Kromozom Sayısı

Sınıfınızdaki öğrencilerden her biri onlara anne ve babalarından geçen özellikleri taşırlar. Göz rengi, vücut ağırlığı veya göz rengi gibi özelliklerden her biri karakter olarak adlandırılmaktadır. Her bir karaktere ait bilgiler hücre çekirdeğinin içindeki kromozomların üzerine yerleştirilmiştir. Kromozomları oluşturan DNA protein sentezini kontrol eden segmentler halinde düzenlenmiştir. Bu segmentlerden her birine gen denilmektedir. Bir kromozom hücrenin işlevini ve özelliklerini belirlemede önemli bir rol oynayan yüzlerce gen içermektedir.

Homolog kromozomlar İnsan vücut hücrelerinde 23'ü anadan, diğer 23'ü de babadan gelen 23 çift yani toplam 46 kromozom bulunmaktadır. Biri anadan diğeri babadan gelen kromozomların oluşturdukları kromozom çiftleri homolog kromozom olarak adlandırılmaktadır. Vücut hücrelerindeki homolog kromozomlar aynı uzunluğa ve sentromer pozisyonuna sahiptirler ve Şekil 1'de görüldüğü gibi, aynı kalıtsal karakteri kontrol eden genleri taşırlar. Örneğin, kulak kepçesi tipi geni homolog kromozomların ikisinde de aynı konumda yer almaktadır. Homolog kromozomlar üzerinde yer alan bu genlerden her biri her ne kadar kulak kepçesi tipini kodlasa da birbirinin tamamen aynısı olan kulak kepçesi tipini kodlamayabilir.

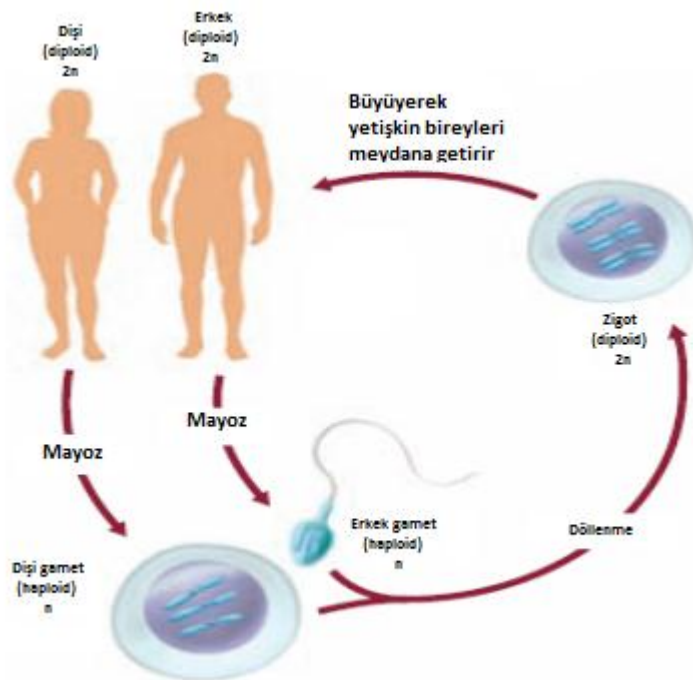


Haploid ve diploid hücreler Genetik bilginin nesilden nesile aktarımı esnasında kromozom sayısının sabit tutulması için organizmalar **gamet** denilen kromozom sayısının yarısını taşıyan üreme hücrelerini meydana getirirler. Kromozom sayısı bir türden diğerine değişse de insan gametleri 23 kromozom taşımaktadır. Gamet hücrelerinin taşıdığı kromozom sayısı n sembolü kullanılarak gösterilir. n sayıda kromozom taşıyan bir hücre **haploid** hücre olarak adlandırılır.

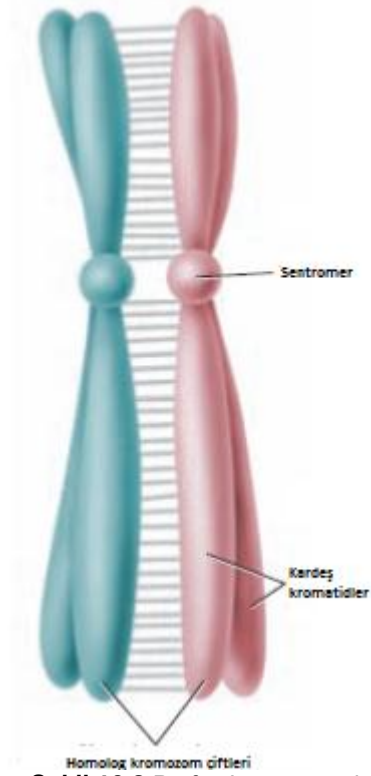
Bir haploid gametin başka bir haploid gametle birleşmesi sürecine **döllenme** denilmektedir. Döllenme sonucunda, anadan gelen n sayıda kromozomun babadan gelen n sayıda kromozomla birleşmesiyle hücrenin kromozom sayısı artık $2n$ olur. $2n$ sayıda kromozom taşıyan bir hücreye **diploid** hücre denilmektedir. Ayrıca, gametlerde bulunan kromozom sayısının organizmadaki kromozom çifti sayısına yani n 'e eşit olduğuna dikkat ediniz. Sonuç olarak, insan gametlerinin birleşmesiyle 23 çift homolog kromozom meydana gelmiş olur.

Mayoz I

Gametler, hücrenin kromozom sayısının yarıya indiği **mayoz** adı verilen bir süreçten geçerek oluşur. Mayoz eşeyli olarak üreyen canlıların üreme yapılarında gerçekleşir. Mitozda kromozom sayısı değişmezken mayozda homolog kromozomların ayrılmasıyla kromozom sayısı yarıya düşer. $2n$ kromozomlu bir hücre şekil 2'de gösterilen mayoz bölünme sonrasında n kromozom sayısına sahip gametler meydana geticektir. Mayozda birbirinin peşi sıra gelişen mayoz I ve mayoz II olarak adlandırılan iki hücre bölünmesi gerçekleşir.



■ **Şekil 10.2** Mayoz bölünmeyi içeren eşeyli yaşam döngüsü



■ **Şekil 10.3** Profaz I aşamasında homolog kromozomlar.

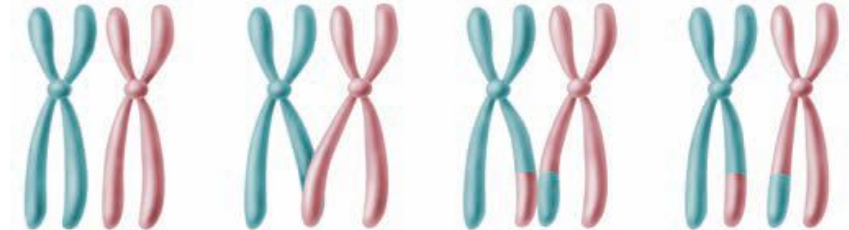
İnterfaz Bir hücrenin hayat döngüsünde mitozdan önce interfaz aşamasının yer aldığını önceki konuda öğrenmiştiniz. Mayoz geçiren hücrelerin hayat döngüsünde de interfaz evresi görülür. İnterfaz aşamasındaki bir hücre DNA replikasyonu ve protein sentezi gibi çeşitli metabolik süreçleri gerçekleştirebilir.

Profaz I Hücre profaz I'e girdiğinde eşlenmiş kromozomlar belirgin hale gelir. Mitozdaki gibi, eşlenmiş kromozomlar iki kardeş kromatid taşımaktadır. Homolog kromozomlar kısalıp kalınlaşırken çiftler oluşturmaya başladıkları **sinaps** adı verilen bir süreçten geçerler. Homolog kromozomlar **Şekil 3**'de gösterildiği gibi sıkıca birbirine tutunurlar. Bu esnada **Şekil 4**'deki mavi ve pembe kromozomlarda olduğu gibi karşılıklı bazı parçalarını birbirleriyle değiştirirler. Bu parça değişimi sinaps esnasında olur. Sinapsis sırasında homolog kromozom çiftleri arasında görülen bu karşılıklı parça değişimi **krosing-over** denilmektedir. Profaz I'de olduğu gibi sentrioller hücrenin karşılıklı kutuplarına doğru hareket ederler. İğ iplikleri oluşurak kardeş kromatitlerin sentromerlerine bağlanırlar.

Metafaz I Mayozun bir sonraki evresinde, homolog kromozom çiftleri hücrenin ekvator bölgesinde sıralanırlar (**Şekil 5**). Mayozda iğ iplikleri homolog kromozomlardan her birinin sentromerine bağlanır. Mitozun metafaz evresinde kardeş kromatitleri taşıyan kromozomların ekvator bölgesinde sıralandığını hatırlayınız. Mayozun metafaz I evresinde homolog kromozomlar hücrenin ekvator bölgesinde sıralanırlar. Bu olay mitoz ve mayoz arasındaki en önemli farklılardan biridir.

Anafaz I Anafaz I'de homolog kromozomlar **Şekil 5**'de gösterildiği gibi birbirinden ayrılır. Çiftlerden her biri iğ iplikleri tarafından hücrenin karşılıklı kutuplarına doğru çekilir. Homolog kromozomlar birbirinden ayrıldığında kromozom sayısı $2n$ 'den n 'e düşer. Mitozun anafaz evresinde kardeş kromatitlerin birbirlerinde ayrıldıklarını hatırlayınız. Mayozun anafaz I evresinde ise ayrılan homolog kromozomlar hala kardeş kromatitleri taşımaktadır.

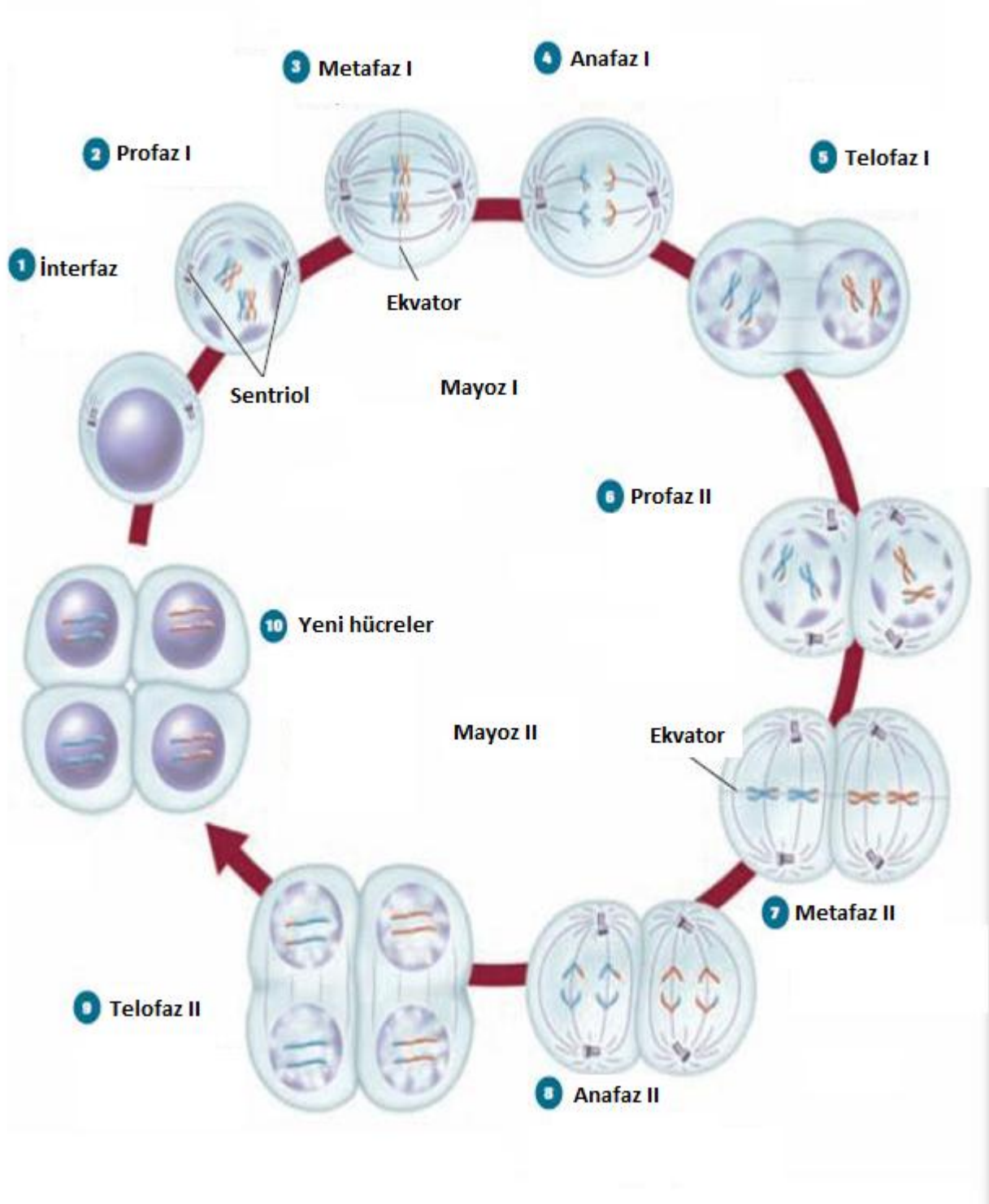
Telofaz I Kardeş kromatitleri taşıyan homolog kromozomlar, hücrenin karşılıklı kutuplarına ulaşır. Bu nedenle, hücrenin karşılıklı kutuplarından her birinde orjinal homolog kromozom çiftlerinden yalnızca biri bulunmaktadır. Kromozomlardan her birinin hala birbirine sentromer bölgelerinden bağlanmış iki kardeş kromatid taşımakta olduğunu unutmayınız (**Şekil 5**). Profaz I evresinde krosing-over olayı gerçekleşebileceğinden bu evredeki kardeş kromatitler birbirinin genetik olarak aynısı olmayabilir.



■ **Şekil 10.4** The Parça gen değişimi sonucunda yen gen kombinasyonları oluşur.

İnceleme Hangi kromatitler genetik materyal olarak değişmiştir?

Şekil 10.5



Telofaz I evresinde genellikle hayvan hücrelerinde oluşan bölünme yarığının boğumlanması ile bitki hücrelerinde ise hücre plağı oluşumu sayesinde sitokinez gerçekleşir. Sitokinezin ardından hücre mayozun ikinci aşamasına geçmeden önce tekrar interfaz aşamasına girebilir. Ancak, bu interfazda DNA tekrar eşlenmez. Bazı canlılarda, telofaz I evresinde kromozomlar gevşer, çekirdek zarı tekrar belirginleşir ve hücre çekirdeği tekrar oluşur.

Mayoz II

Mayoz I aşaması sona erdiğinde mayozun sadece yarısı bitmiş demektir. Profaz II evresinde iğ ipliklerinin oluşması ve kromozomların kısalıp kalınlaşmasıyla mayoz II aşaması başlamış olur. Metafaz II evresinde kromozomlar iğ iplikleri tarafından ekvator bölgesinde sıralanır (Şekil 5). Mitozun metafaz evresinde diploid sayıda kromozom ekvator bölgesinde sıralanırken mayozun metafaz II evresinde haploid sayıda kromozom sıralanır. Anafaz II evresinde kardeş kromatidler iğ iplikleri tarafından sentromer bölgelerinden çekilerek hücrenin karşılıklı kutuplarına doğru hareket eder. Telofaz II evresinde kromozomlar hücrenin karşılıklı kutuplarına ulaşır, çekirdek zarı ve çekirdek tekrar oluşur. Mayoz II aşamasının sonunda, sitokinez gerçekleşir ve n sayıda kromozoma sahip 4 haploid hücre meydana gelir (Şekil 5).

Anladık mı? Çıkarsama Gamet oluşumunda mayoz neden önemlidir?

Mayozun Önemi

Tablo 1 mitoz ve mayozasındaki benzerlik ve farklılıkları göstermektedir. Mitozda tek aşamada gerçekleşen bölünme döngüsünün sonunda birbirinin genetik olarak aynısı olan iki kardeş hücre meydana gelir. Mayozda ise iki aşamada gerçekleşen bölünme döngüsünün sonucunda genetik olarak birbirinin aynısı olmayan dört haploid hücre oluşur. Mayoz sonucu oluşan hücrelerin genetik olarak birbirinden farklı olması genetik çeşitliliğin oluşmasını sağlar.

Gametogenez

Eşey organlarında eşey hücrelerinin gelişimine **gametogenez** adı verilir. Yumurta ve sperm hücrelerinin oluşumu temelde benzer olsa da bazı yönleri ile farklılık göstermektedir.

Oogenez

Ovaryumlarda yumurta hücrelerinin oluşumuna **oogenez** denir. Yumurtalar ovaryumda oogonia denilen hücrelerin gelişmesi sonucu oluşur. Oogoniyalar diploid kromozom sayısına sahiptir ve mitoz bölünme geçirerek kendisi gibi oogoniyalar meydana getirebilir. Oogoniyalar mayoz I geçirirler ve birincil oositler adını alırlar. İnsanda birincil oositler birey eşeysel olgunluğa erişinceye kadar profaz I aşamasında kalır. Birey olgunluğa eriştiğinde yaklaşık her ay bir tanesi mayoz bölünme geçirerek işlevsel yumurta hücresi haline gelir. Birincil oositin mayoz I geçirmesiyle oluşan iki hücreden biri stoplazmanın çoğunu alarak ikincil oosit haline gelir. Az bir miktar stoplazma alabilen diğer hücre ise birincil kutup hücresi halini alır. Oluşan iki hücrede haploid sayıda kromozoma sahiptir. Mayoz II geçiren ikincil oosit eşit olarak bölünmez. Bölünme sonucu oluşan büyük hücre ootid diğeri ise kutup hücresi adını alır. Birincil kutup hücresi de ayrıca bölünebilir. Ootid büyüyerek haploid kromozomlu olgun yumurta hücresi olur. Kutup hücreleri ise parçalanır ve ölür.

Spermatogenez

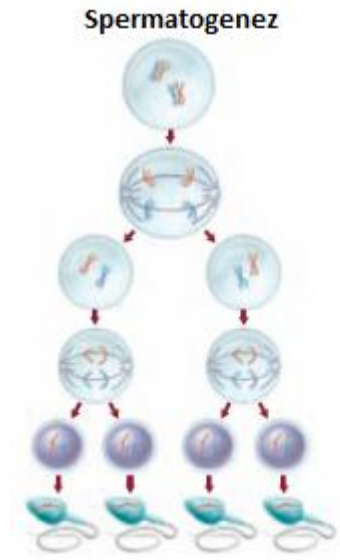
Testislerde sperm hücrelerinin üretimine **spermatogenez** denir. Spermiler testislerde bulunan spermatogonia hücrelerinin olgunlaşması sonucu oluşurlar. Spermatogoniyalar daha fazla spermatogoniyalar oluşturabilmek için mitoz bölünme geçirebilirler. Spermatogenez sırasında, spermatogonyum büyüyerek birincil spermatosit haline gelir. Birincil spermatosit mayoz I geçirerek eşit iki hücre oluşturur. Oluşan hücreler ikincil spermatosit olarak adlandırılır. İkincil spermatositler mayoz II geçirirler ve eşit büyüklüğe sahip spermatidler oluştururlar. Spermatidler haploid sayıda kromozom taşır. Daha başka bir bölünme olmaksızın spermatidler kamçılı olgun sperm haline dönüşür.

Döllenme

Sperm hücrelerinin yumurta hücreleri ile birleşmesine **döllenme** denir. İnsanlarda olgun sperm ve yumurta hücreleri haploid sayıda yani 23 kromozom taşır. Döllenme sperm ve yumurta hücrelerini bir araya getirerek 46 olan diploid kromozom sayısının korunmasını sağlar. Haploid sperm hücresinin haploid yumurta hücresi ile birleşmesi sonucu zigot oluşur. Zigot büyüme ve gelişme göstererek yetişkin bir birey meydana getirir.

Partenogenez (Bakir Doğum)

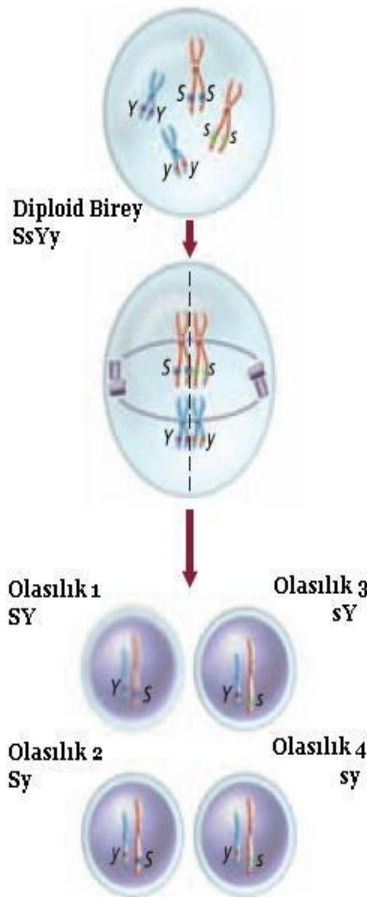
Bazı yumurta hücreleri döllenmek zorunda değildir. Bir sperm ile birleşmeden yani döllenme olmadan bir yumurta hücresinin yetişkin bir birey haline gelmesine **partenogenez** denir. Aralarında arıların, eşek arıların, yaprak bitlerinin ve bazı karıncaların olduğu böcek türleri ile rotiferler ve diğer mikroskobik canlılarda partenogenez görülebilir. Örneğin, bal arılarında kraliçe arı bir kere çiftleşir ve spermli depo eder. Depoladığı spermliğin bırakılmasını kontrol edebilir. Yumurta oluştuktan sonra sperm bırakılmazsa yumurta gelişerek erkek olan oğul arıları oluşturur, yumurta oluştuktan sonra sperm bırakılırsa döllenmiş yumurta gelişerek dişi olan kraliçe ya da işçi arıları meydana getirir.



■ Şekil 3.3. Sperm ve yumurta hücrelerinin oluşumu



■ Şekil 3.4. Partenogenezle çoğalabilen bal arısı



Şekil 6 Homolog kromozom çiftlerinin ekvator bölgesindeki sıralanma biçimleri ne kadar çeşitli üreme hücreleri oluşturabileceğini belirler.

Mayoz ve Genetik Çeşitlilik

Profaz I evresinde homolog kromozomların ekvator bölgesinde sıralandığını hatırlayınız. Ekvator bölgesinde razele sıralanan kromozomlardan hangilerinin oluşacak gametlerden hangisine gideceği değişik kombinasyonların oluşmasına neden olur (Şekil 6). Homolog kromozom çiftlerinin ekvator bölgesinde nasıl sıralandığına bağlı olarak farklı kromozom kombinasyonlarına sahip dört gamet meydana gelir. Birinci olasılığın ekvator bölgesinin aynı tarafında yer alarak birlikte hareket eden kromozomları gösterdiğine dikkat ediniz. İkinci olasılıkta ise ekvator bölgesinin karşılıklı taraflarında sıralanan kromozomlar birlikte hareket etmektedir.

Genetik çeşitlik homolog kromozomların profaz I evresinde sinapsis yaparak gerçekleştirdikleri karşılıklı parça değişimleri sırasında yani crossing-over olayının bir sonucu olarak da meydana gelebilir. Ayrıca, döllenme sırasında meydana gelen gametlerin tamamen şansa bağlı olarak birleşek olması da başka bir genetik çeşitlilik kaynağıdır.

Eşeyli ve Eşeysiz Üreme

Bazı organizmalar eşeysiz üremeye çoğalırken bazıları da eşeyli üreme ile çoğalır. Yine de bazı canlıların hayat döngüsünde hem eşeysiz üreme hem de eşeyli üreme gözlemlenebilir. Eşeysiz üremede organizma sahip olduğu kromozomların tamamını tek bir ata bireyden alır. Bu nedenle yeni oluşan canlı ata canlının genetik olarak aynısıdır. Prokaryotlar ikiye bölünme yoluyla eşeysiz olarak çoğalır. Yine de genetik bilgi değişimi yapmak durumundadırlar. İki bakteri arasında kurulan sitoplazmik köprü geçici olarak bakterileri birbirine bağlayabilir. Genetik materyalin bir kısmı kurulan köprüden geçebilir. Bu olay **konjugasyon** olarak isimlendirilir. Böylece, eşeyli üremede görülen genetik çeşitlilik sağlanmış olur. Ancak, konjugasyon sonucunda yeni bireyler meydana gelmez. Konjugasyon, tek hücreli ökaryotlarda da görülür. Bakteriler eşeysiz olarak ürerken çoğu protist çevre şartlarına bağlı olarak hem eşeyli hemde eşeysiz olarak üreyebilir. Yalnızca eşeyli olarak üreyebilen gelişmiş hayvanların aksine çoğu bitki ve bazı basit yapıli hayvanlar hem eşeyli hem de eşeysiz olarak üreyebilir.

Ders 1.2 Değerlendirme

Ders Özeti

- ▶ Mitoz eşlenmiş DNA'nın ayrıldığı bir süreçtir.
- ▶ Mitoz profaz, metafaz, anafaz ve telofaz evrelerini içerir.
- ▶ Sitokinez genetik olarak birbirinin aynısı olan kardeş hücreleri sonuç verecek olan stoplazmanın bölünmesi sürecidir.

Ana Fikri Anlama

Ana Fikir Neden mitozun tek başına kardeş hücreler üretemeyeceğini **açıklayınız**.

Mitozun her bir evresinde meydana gelen olayları **anlatınız**.

Profazdaki bir kromozomu çizerek kısımlarını **gösteriniz**.

Hücrenin en çok zaman geçirdiği mitoz evresini **belirtiniz**.

Bitki ve hayvan hücrelerinde sitokinezi **karşılaştırınız**.

Bilimsel Düşünme

Varsayım Mikrotübüllerin hareketini durduran ancak sitokinezi etkilemeyen bir ilaç bir hücreye uygulanırsa ne olur?

Biyolojik Rakamlar Eğer bir bitki hücresi, hücre döngüsünü 24 saatte tamamlıyorsa, 1 haftada kaç hücre oluşur.

Ek 7. Öğrenci Çalışma Rehber Materyali

10.SINIF
BİYOLOJİ
ÇALIŞMA
KİTABI

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Hücrelerde Çoğalma

Okumadan Önce

“Ne biliyorum” sütununu kullanarak hücrelerin nasıl çalıştığı ile ilgili olarak bildiklerinizi listeleyiniz. Sonra, “Ne bulmak istiyorum” sütununda hücrelerin nasıl çalıştığı ile ilgili sorularınızı sıralayınız.

K Ne Biliyorum	W Ne Bulmak İstiyorum	L Ne Öğrendim

Biyoloji Dergisi

Hergün vücudunuzda yeni hücreler oluşturulur. Vücudumuzun neden yeni hücrelere ihtiyaç duyduğu ile ilgili bir yazı yazınız.

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Hücrelerde Çoğalma

Bölüm 1.1 Hücresel Büyüme

Ana Fikir

Ayrıntılar

Ders 1'deki başlıkları, koyu yazılmış kelimeleri, resimleri, şekilleri ve altbaşlıkları gözden geçirin. Taradığınız hücresel büyüme ile ilgili keşfettiğiniz üç gerçeği yazınız.

1. _____
2. _____
3. _____

Kelime Hatırlatma

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak seçici geçirgen terimini tanımlayınız.

seçici geçirgen

Yeni Kelimeler

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak her bir terimi tanımlayınız.

hücre döngüsü

kromatin

kromozom

sitokinez

interfaz

mitoz

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 1.1 Hücresel Büyüme (devamı)**Ana Fikir****Hücrenin
Büyüklik Sınırı**

*Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.*

Detaylılar

Hücre büyüklüğü artarken besinlerin ve atıkların hareketini inceleyiniz.

Eğer, hücre _____ devam ederse _____ azalmayı sürdürecektir.
Hücre içerisinde besin ve atık maddeler _____ yoluyla veya _____ yardımıyla hareket ederler, ancak her iki yöntem de _____ yavaş ve etkisizdir.
Bu yüzden, hücreler _____ için bölünürler.

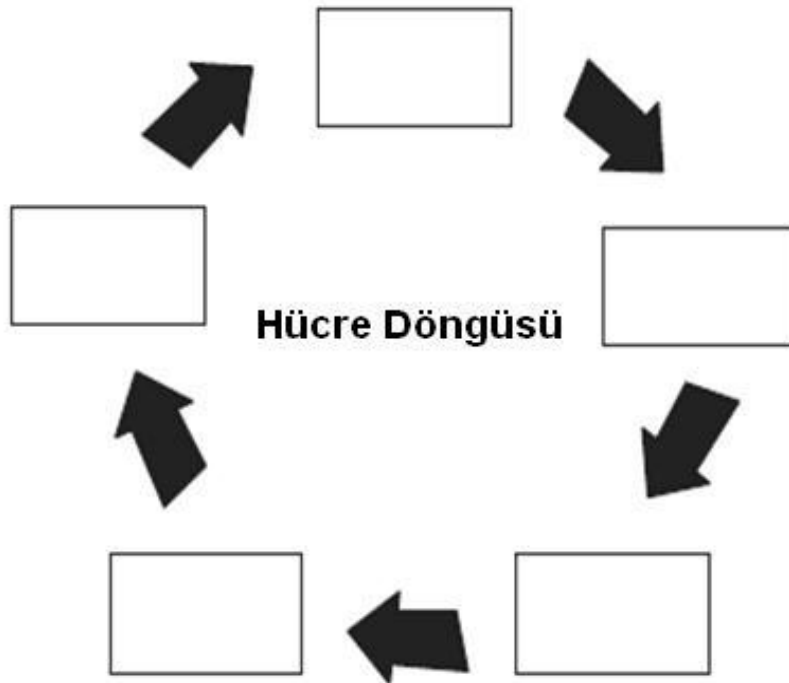
Yüzey alanı-hacim oranının hücre büyüklüğü ile nasıl bir ilişkisi olduğunu belirten bir cümle tanımlayınız.

Bir hücre büyürken _____ dan daha hızlı artar, böylece alan-hacim oranı _____.

Hücre Döngüsü

*Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.*

Her aşamada gerçekleşen temel olayları tanımlayarak hücre döngüsü şeklini tamamlayınız.



İsim-Soyisim _____

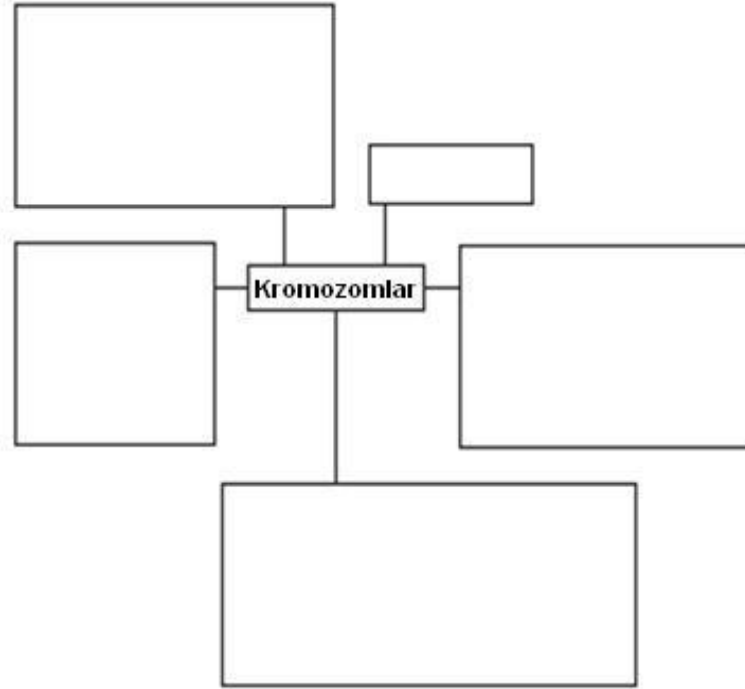
Tarih _____

Bölüm 1.1 Hücresel Büyüme (devamı)**Ana Fikir**

Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.

Detaylar

Aşağıdaki kavram ağını kullanarak kromozomlar ile ilgili bilgilerinizi organize ediniz.



İnterfaz aşamasında hücrede gerçekleşen dört olay belirtiniz.

1. _____	3. _____
2. _____	4. _____

ÖZETLE

Hücre döngüsündeki aşamalar ile hücre büyüklüğü arasındaki ilişkiyi analiz ediniz.

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Hücresel Çoğalma

Bölüm 1.2 Mitoz ve Sitokinez

Ana Fikir

Ayrıntılar

Ders 2'yi gözden geçiriniz. Başlıklardan ve şekillerden yararlanarak mitozun dört aşamasını sıralayınız.

1. _____	3. _____
2. _____	4. _____

Kelime Hatırlatma

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak hücre döngüsü terimini tanımlayınız.

hücre döngüsü

Yeni Kelimeler

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak her bir terimi tanımlayınız.

anafaz

sentromer

metafaz

profaz

kardeş kromatid

iğ cisimciği

telofaz

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 1.2 Mitoz ve Sitokinez (devamı)**Ana Fikir****Detaylılar****Mitoz***Hayvanlarda mitozun iki işlevini belirtiniz.**Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.*

1. _____
2. _____

**Mitozun
Aşamaları***Mitoz ve sitokinez sürecinin aşamalarını modelleyiniz. Her
aşamadaki hücreyi çizerek gösteriniz, her aşamayı
isimlendiriniz ve ne olduğunu yazınız.*

Aşamının İsmi	Hücrenin Şekli	Açıklama
Sitokinez		

*Mitozun herhangi iki aşaması arasındaki benzerlik ve
farklılıkları özetleyiniz.*

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 1.2 Mitoz ve Sitokinez (devamı)**Ana Fikir**

Bu bilgiyi _____.
sayfada buldum.

Detaylılar

Aşağıdaki her bir yapının mitozdaki işlevini özetleyiniz.

sentromerler: _____

microtubuller: _____

motor proteinler: _____

iğ cisimciği: _____

Sitokinez

Bu bilgiyi _____.
sayfada buldum.

Bitki ve hayvan hücrelerinde sitokinezin benzer ve farklı yönlerini karşılaştırınız.

**ÖZETLE**

Hücre döngüsünün aşamalarını belirten bir kavram haritası oluşturunuz.

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Hücresel Çoğalma

Bölüm 1.3 Hücre Döngüsünün Düzenlenmesi

Ana Fikir

Ayrıntılar

*Ders 3'deki şekilleri tarayınız ve başlıkları okuyunuz.
Kanser ile ilgili keşfettiğiniz üç gerçeği yazınız.*

1. _____
2. _____
3. _____

Kelime Hatırlatma

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak nükleotid terimini tanımlayınız.

nükleotid

Yeni Kelimeler

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak her bir terimi tanımlayınız.

apoptosis

kanser

karsinogen

siklin

*siklin-bağlı
kinaz*

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 1.3 Hücre Döngüsünün Düzenlenmesi (devamı)**Ana Fikir****Detaylılar****Normal Hücre Döngüsü**

Hücrelerin hücre döngüsünü nasıl kontrol ettiklerini özetleyiniz. Listedeki kelimeleri seçerek paragrafı tamamlayınız.

Bu bilgiyi ____ sayfa buldum.

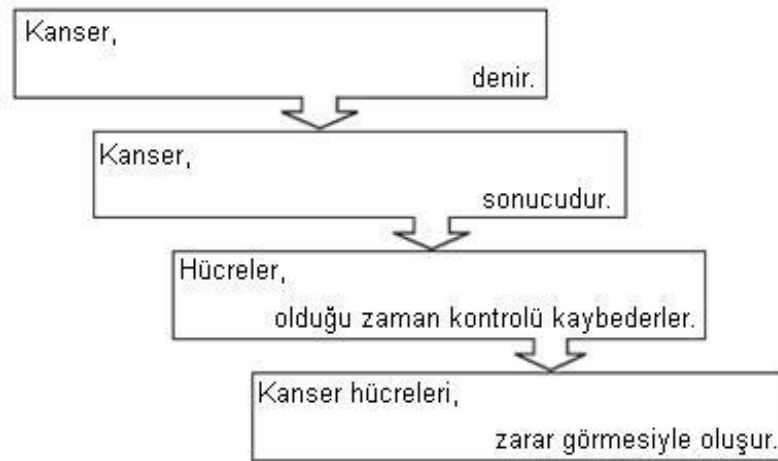
- sitokinez
- siklin/CDK
- siklinler
- siklin-bağlı kinazlar
- kontrol noktaları
- hücre döngüsü
- G₁ aşaması
- G₂ aşaması
- S aşaması

Hücreler, hücre döngüsünü denetlemek için _____ ve _____ kullanırlar. Farklı _____ kombinasyonları, _____ farklı aşamalarındaki farklı olayları başlatır. Hücre kalite kontrolü yaparak da döngüyü gözlemlemek için _____ kullanır. _____, hücre DNA'sını hasar kontrolünden geçirir. Eğer bir hasar varsa, döngü _____ geçmez. _____, eğer iç cisimciği zarar görmüşse, döngü _____ önce durdurulur.

Anormal Hücre Döngüsü

Aşağıdaki akış şemasını tamamlayarak kanserin neden ve sonuçlarını sıralayınız.

Bu bilgiyi ____ sayfa buldum.



Kansere neden olan çevresel faktörleri belirtiniz.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 1.3 Hücre Döngüsünün Düzenlenmesi (devamı)**Ana Fikir****Detaylılar****Apoptosis*****Apoptosis ile ilgili bilgileri özetleyiniz.****Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.*

Apoptosis,	Organizmalar apoptosisi	Apoptosisi kullanan iki süreç:
		1.
		2.
denir.	için kullanırlar.	

İLİŞKİLENDİR

Bir sınıf arkadaşınız hem kanserin hem de apoptosisin organizma için zararlı olduğunu düşünüyor. Arkadaşınızın fikrine katılıyor musunuz? Kendi nedenlerinizi açıklayınız.

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Eşeysiz Üreme

Bölüm 2. Eşeysiz Üreme

Ana Fikir

Ayrıntılar

Ders 1'deki başlıkları, koyu yazılmış kelimeleri, resimleri, şekilleri ve altbaşlıkları gözden geçiriniz.

Taradığınız bölümden eşeysiz üreme ile ilgili keşfettiğiniz üç gerçeği yazınız.

1. _____
2. _____
3. _____

Kelime Hatırlatma

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak prokaryot terimini tanımlayınız.

prokaryot

Yeni Kelimeler

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak her bir terimi tanımlayınız.

eşeysiz üreme

ikiye bölünme

tomurcuklanma

rejenerasyon

vejetasyonla üreme

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 2. Eşeyssiz Üreme (devamı)**Ana Fikir****Eşeyssiz Üreme Nedir?***Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.***Detaylılar***Eşeyssiz üremenin avantajlı ve dezavantajlı yönlerini analiz ediniz.
Eşeyssiz üremenin sağladığı 3 avantajı ve 2 dezavantajı kısaca
özetleyiniz.*

Eşeyssiz üremenin avantajları	Eşeyssiz üremenin dezavantajları

**Eşeyssiz Üreme
Çeşitleri Nelerdir?***Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.**Eşeyssiz üreme çeşitlerini gösteren bir kavram haritası
oluşturunuz.***ÖZETLE****Eşeyssiz üremeyi ve çeşitlerini birer cümle ile özetleyiniz**

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Eşeyli üreme ve mayoz

Okumadan Önce

“Ne biliyorum” sütununu kullanarak hücrelerin nasıl çalıştığı ile ilgili olarak bildiklerinizi listeleyiniz. Sonra, “Ne bulmak istiyorum” sütununda hücrelerin nasıl çalıştığı ile ilgili sorularınızı sıralayınız.

K Ne Biliyorum	W Ne Bulmak İstiyorum	L Ne Öğrendim

Biyoloji Dergisi

Genetik belirli akrabalık özelliklerini incelemektedir. Ailenizden size geçtiğinizi düşündüğünüz bazı özellikleri, diğer ailelerde, bitki ya da hayvanlarda kazanılmış olduğunu düşündüğünüz özellikleri yazınız,

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Eşeyli üreme ve mayoz

Bölüm 3. Eşeyli Üreme ve mayoz

Ana Fikir

Ayrıntılar

Ders 1'deki başlıkları, koyu yazılmış kelimeleri, resimleri, şekilleri ve altbaşlıkları gözden geçiriniz. Taradığınız mayoz ile ilgili keşfettiğiniz üç gerçeği yazınız.

1. _____
2. _____
3. _____

Kelime Hatırlatma

Kitabınızı ya da sözlüğünüzü kullanarak kromozom terimini tanımlayınız.

kromozom

Yeni Kelimeler

Yandaki kelimeleri kullanarak aşağıdaki paragrafı tamamlayınız.

*Diploid
Gamet
Gen
Haploid
Homolog kromozom*

Bir kromozom üzerinde belirli bir proteinin üretimini kontrol etmekle görevli _____ adı verilen DNA parçası bulunur. _____ hücrelerde her kromozomun iki kopyası bulunur. Bir _____ veya eşey hücresi kromozomların sadece bir kopyasını taşıdığı için _____. _____ biri anneden biri babadan gelen kromozom çiftlerinden oluşur.

Eşeyli üreme sırasında gerçekleşen aşağıdaki olayları tanımlayınız.

	Mayoz	Döllenme	Krossing-over
Hangi olay gerçekleşir?			
Sonunda ne oluşur?			

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 3.1 Eşeyli Üreme ve Mayoz (devamı)**Ana Fikir**Kromozomlar ve
Kromozom

Sayıları

Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.**Detaylılar***Homolog kromozom çiftlerinin her bir üyesinde aynı olan üç özellik yazınız. Farklı olan bir özellik belirtiniz.*

Aynı	Farklı
1.	1.
2.	
3.	

**Mayoz I, Mayoz II
ve Mayozun Önemi**Bu bilgiyi ____.
sayfada buldum.*Mayoz I ve Mayoz II aşamalarını karşılaştırarak benzerlik ve farklılıkları belirleyiniz. Her bir aşamayı çiziniz.*

Mayoz I	Profaz I	Metafaz I	Anafaz I	Telofaz I
Çizim				
Olaylar				
Mayoz II	Profaz II	Metafaz II	Anafaz II	Telofaz II
Çizim				
Olaylar				

Yukarıdaki tabloyu inceleyerek crossing-over olayının gerçekleştiği aşamayı belirleyiniz. Aşamayı yıldız işareti yaparak gösteriniz.

İsim-Soyisim _____

Tarih _____

Bölüm 3.1 Eşeyli Üreme ve Mayoz (devamı)**Ana Fikir**

Eşeyli Üreme mi?
Eşeysiz Üreme mi?
Bu bilgiyi _____.
sayfada buldum.

Ayrıntılar

Aşağıdaki tabloyu doldurarak mitoz ve mayoz bölünmeleri karşılaştırınız.

	Mitoz	Mayoz
İki katına çıkan DNA sayısı		
Hücre bölünmesi sayısı		
Oluşan yeni hücre sayısı		
Yeni hücrelerdeki kromozom sayısı		

Yandaki kelimeleri kullanarak aşağıdaki paragrafı tamamlayınız.

Eşeyli üreme
Eşeysiz üreme
Protistalar
Memeliler
Hayvanlar
Bitkiler
Genler
Genetik çeşitlilik

Bir organizmanın sahip olduğu genetik materyali tek bir ebeveynden aldığı üreme şekline _____ denir. Yeni organizma ebeveyniyle aynı _____ sahip olur. Bir organizmanın sahip olduğu genetik materyali iki farklı ebeveynden aldığı üreme şekline _____ denir. Eşeysiz üreme arttırmazken, eşeyli üreme _____ arttırır. _____, _____ ve _____ Eşeysiz veya eşeyli olarak üreyebilir. _____ sadece eşeyli olarak üreyebilir.

ÖZETLE

Eşeyli üreme sırasında mayoz ve döllenme olayının genetik çeşitliliğe nasıl etki ettiğini açıklayınız.

Ek 8. Öğretmen Rehber Materyali

BÖLÜM 1.1. DERS PLANI

Hücrelerde Büyüme

Ünite

Konu

Önerilen Süre/ dakika

İçerik kazanımları

Hücre Bölünmesi ve Üreme

Mitoz ve Eşeysiz Üreme

2 Ders Saati

1.1.Mitozun evrelerini şema üzerinde açıklar (BTTÇ 15; BAS 26).

1.2.Bitki ve hayvan hücrelerinde mitozu karşılaştırır (BTTÇ 15; BAS 26).

1.3.Tek hücreli ve çok hücreli canlılar için mitozun önemini açıklar (BTTÇ 7).

Bilim Teknoloji Toplum Çevre Kazanımları

7. Biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır.

15. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.

İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler

Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri

-
26. Bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. kullanarak, yazı ve/veya sözel iletişim yoluyla özetler.

Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri

Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı, fenolfitaleynli agar, keski, cetvel, NaOH çözeltisi, beher, çorap çiftleri, ataç.

Dersin işleniş:

1- Giriş

Bölüm girişinde yer alan Ne Öğreneceksiz!, Neden Önemli!, Hatırlatma ve Ana Fikir kısımları üzerinde durularak öğrencilerin bölümde öğrenilecek konular ile ilgili farkındalık kazanması ve hazırlanması sağlanır. Gerçek Hayat Bağlantısı kısmı ile yaşamdan çağrışım yapılarak yöneltilen soru etrafında öğrencilerin konunun ana fikrini tartışmaları sağlanır (sf.1).

2- Keşfetme

“Sağlıklı hücreler nereden gelir?” biyoloji laboratuvarı aktivitesi yaptırılır. Tüm canlıların hücrelerden oluştuğu, çok hücreli organizmaların büyümesi veya iyileşebilmesi için yeni hücrelere ihtiyacı olduğu vurgulanır. Sağlıklı hücreler yaşamsal canlılık işlevlerini yerine getirir ve daha fazla hücre meydana getirebileceği üzerinde durulur. Öğrencilerin farklı büyüklük ve şekildeki hücreleri mikroskop altında incelemeleri ve hücrelerin büyüklük ve şekillerinin neden farklı olduğu üzerine düşünmeleri sağlanır.

3- Açıklama

Keşfetme aşaması ile bağlantılı olarak hücrenin küçük ölçülerde kalarak yüzey alanı hacim dengesini koruması, iletişimi ve madde taşınmasını kolaylaştırması ile çekirdeğin yöneticilik görevini tam olarak yerine getirebildiği konuları açıklanır. Hücrenin yaşam döngüsüne giriş yapılarak interfaz ve mitoz aşamaları verilir. İnterfazın evreleri ve bu evrelerde neler olduğu açıklanır.

4- Derinleşme

Hücre Büyüklüğünü Araştırılabilir biyoloji laboratuvarı aktivitesi yaptırılır (sf.2). Öğrencilerin üç değişik büyüklükte fenolfitaleynli agar blok almaları ve bunları 10 dk süre ile NaOH’lı çözeltide bekleterek sıvının agar bloklarda nereye kadar ilerlediğini belirlemeleri istenir. Renk değişimine bağlı olarak ortaya çıkan ilerleme miktarına göre hücrenin hangi boyutta olmasının daha avantajlı olduğuna karar verilir.

5- Değerlendirme

Bölüm sonunda (sf.4) yer alan değerlendirme kısmındaki başlıkları kullanarak öğrencilerin bölümde öğrendiklerini özetlemeleri istenir. Devamındaki sorularla öğrenci öğrenmeleri değerlendirilir. Biyoloji çalışma kitabından bölüm 1.1 ile ilgili kısmı tamamlamaları istenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 1.2 DERS PLANI**Mitoz ve Sitokinez****Ünite****Konu****Önerilen Süre/ dakika****İçerik kazanımları**

Hücre Bölünmesi ve Üreme

Mitoz ve Eşeysiz Üreme

6 Ders Saati

1.1.Mitozun evrelerini şema üzerinde açıklar (BTTÇ 15; BAS 26).

1.2.Bitki ve hayvan hücrelerinde mitozu karşılaştırır (BTTÇ 15; BAS 26).

Bilim Teknoloji Toplum Çevre Kazanımları

15. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.

İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler**Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri**-
26. Bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. kullanarak, yazı ve/veya sözel iletişim yoluyla özetler.**Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri****Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler**

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme, drama. Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı, soğan kök hücreleri hazır preparat, mikroskop, karton, renkli kağıt, yapıştırıcı, ataç, toplu iğne, makas, lastik bant, makas.

Dersin işleniş:**1- Giriş**

Bölüm girişinde yer alan Ne Öğreneceksiniz!, Neden Önemli!, Hatırlatma ve Ana Fikir kısımları üzerinde durularak öğrencilerin bölümde öğrenilecek konular ile ilgili farkındalık kazanması ve hazırlanması sağlanır. Gerçek Hayat Bağlantısı kısmı ile yaşamdan çağrışım yapılarak yöneltilen soru etrafında öğrencilerin konunun ana fikrini tartışmaları sağlanır (sf.5).

2- Keşfetme

Hücre Döngüsünün Hangi Aşaması Ne Kadar Sürer? biyoloji laboratuvarı aktivitesi yaptırılır (sf.10). Soğan kökünden kesitler alınarak hazırlanmış hazır preparatların mikroskop altında incelenmesi sağlanır. Öğrencilere mikroskop altındaki soğan kök hücrelerinin koyu kırmızı renkte boyanmış olan çekirdek ve kromozomlara dikkat edilmesi gerektiği belirtilir. Değişik hücrelerde kromozomların değişik görünümde olduğuna dikkat çekilerek mitozla bağlantı kurmaları sağlanır. Ders kitaplarındaki farklı evrelere ilişkin şekillerle bağlantı kurmaları istenir (sf. 5-9). Deneye ilişkin hazırlanan klavuz takip edilerek ilgili boşlukların öğrenciler tarafından doldurulup doldurulmadığı kontrol edilir.

3- Açıklama

Öğrencilerin keşfetme basamağında laboratuvar klavuzlarına çizmiş oldukları bölünmenin değişik evrelerindeki hücrelerden yola çıkarak interfaz, profaz, metafaz, anafaz, telofaz ve sitokinez aşamasında meydana gelen olaylar özetlenir. Öğrenciler gruplara ayrılır. Her gruba kromozomları temsilen iki çift çorap ve sentromerleri temsilen de iki adet dosya atacı verilir. Bu malzemeleri kullanarak interfaz aşamasında genetik materyalin nasıl değişiklik gösterdiği sorulur.

4- Derinleşme

Alternatif I. Öğrenciler gruplara ayrılır. Her gruba birer karton, renkli kağıtlar, yapıştırıcı, ataçlar, toplu iğneler, lastik bant ve makas verilerek mitozda gözlenen olayların bir modelini yapmaları istenir.

Alternatif II. Öğrencilerin dörder kişilik gruplara ayrılması sağlanır. Her gruptan $2n=2$ kromozomlu bir hücrenin kromozomlarını bir hücre döngüsü boyunca nasıl görüldüğünü drama yaparak göstermeleri istenir. Öğrenciler interfazda iki kromatin ipliği olabilir, bunlar eşlenerek dört iplik olur, daha sonra mitozun aşamalarından geçerken kısalıp kalınlaşarak kromozom olur, ekvator düzleminde dizilir, kardeş kromatidler birbirinden ayrılır ve kutuplara giderek gevşerler.

5- Değerlendirme

Bölüm sonunda (sf.9) yer alan değerlendirme kısmındaki başlıkları kullanarak öğrencilerin bölümde öğrendiklerini özetlemeleri istenir. Devamındaki sorularla öğrenci öğrenmeleri değerlendirilir. Biyoloji çalışma kitabından bölüm 1.2 ile ilgili kısmı tamamlamaları istenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 1.3. DERS PLANI**Hücre Döngüsünün Kontrolü****Ünite****Konu****Önerilen Süre/ dakika****İçerik kazanımları****Bilim Teknoloji Toplum Çevre****Kazanımları**

Hücre Bölünmesi ve Üreme

Mitoz ve Eşeysiz Üreme

4 Ders Saati

1.4. Mitozun kontrol edilmesi ve bunun canlılar için önemini açıklar (BTTÇ 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 21, 22; BAS 7, 27).

7. Biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır.

9. Biyolojinin birey, toplum ve çevre üzerindeki uygulamalarını değerlendirir.

10. Biyolojinin sınırlılıkları olabileceğinin farkına varır.

11. Biyolojinin alt bilim dalları ile günlük yaşamdaki uygulama alanları arasında ilişki kurar.

12. Biyolojinin diğer bilim dalları ile olan ilişkisini kavrar.

13. Bilim-teknoloji-toplum-çevre arasındaki ilişkileri anlar.

14. Bilim ve teknolojideki araştırma projelerine kaynak sağlanmasının öneminden ve koşullarından haberdar olur.

18. Biyolojiyle ilgili meslekler ile öğrendikleri biyoloji konuları arasında bağlantı kurar.

21. Kendi alanlarında dünya çapında üne sahip bilim insanlarına ve bilime katkılarına örnekler verir.

22. Bilimdeki gelişmelerin; teknolojinin gelişmesine, teknolojide yeni icatlara ve uygulamalara yol açtığına örnekler verir.

-

İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler**Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri Kazanımları**

7. Bilgi toplamak amacıyla çeşitli kaynaklara başvurur.

27. Araştırma sonucu keşfedilen ilişkileri günlük yaşamda meydana gelen olayları açıklamak için kullanır.

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri**Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler**Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı, kanserli doku posterleri, güneş kremi, ZnO₂ çözeltisi, asetat kağıdı, güneşe duyarlı kağıt.**Dersin işleniş:****1- Giriş**

Bölüm girişinde yer alan Ne Öğreneceksiniz!, Neden Önemli!, Hatırlatma ve Ana Fikir kısımları üzerinde durularak öğrencilerin bölümde öğrenilecek konular ile ilgili farkındalık kazanması ve hazırlanması sağlanır. Gerçek Hayat Bağlantısı kısmı ile yaşamdan çağrışım yapmaları sağlanır (sf.11).

2- Keşfetme

Öğrencilere önce kanserli bir organla normal bir organın posterleri gösterilir. Daha sonrada bu organa ait doku örneklerinin posterleri gösterilir. Normal ve kanserli dokular arasında ne gibi farklılıklar olduğu sorulur. Öğrencilerin daha koyu renkte boyanmış, üst üste yığılmış kanserli hücrelerin nasıl ortaya çıkmış olabileceğini düşünmeleri istenir.

3- Açıklama

Kanserli hücrelerinin kontrolsüz hücre bölünmesi sonucu ortaya çıktığı belirtilir. Hücre bölünmesinin kontrol mekanizmalarının nasıl işlediği hakkında bilgi verilir. Kansere neden olan etmenler ve programlanmış hücre ölümü hakkında bilgi verilir.

4- Derinleşme

Alternatif I. Güneş Kremlerini Karşılaştıralım biyoloji laboratuvarı aktivitesi yaptırılır (sf.13). Öğrenciler gruplara ayrılır. Her gruba üç farklı güneş kremi, ZnO₂ çözeltisi, asetat kâğıdı, güneşe duyarlı kağıt verilerek hangi kremin daha fazla güneş ışığından koruduğu ve kansere neden olan UV ışınlarını önlediği belirlenir.

Alternatif II. Öğrenciler gruplara ayrılır. Her grubtan insanların kanser ile ilgili farkındalık düzeyini arttıracak bir etkinlik planlamaları istenir.

5- Değerlendirme

Bölüm sonundaki (sf.14) değerlendirme kısmı kullanarak bölümde öğrenilenler özetlenir. Devamındaki sorularla öğrenci öğrenmeleri değerlendirilir. Biyoloji çalışma kitabından bölüm 1.3 ile ilgili kısmı tamamlamaları istenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 2 DERS PLANI**Eşeysiz Üreme****Ünite****Konu****Önerilen Süre/ dakika****İçerik kazanımları****Bilim Teknoloji Toplum Çevre Kazanımları****İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler****Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri****Kazanımları****Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri****Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler****Dersin işlenişi:****1- Giriş**

Bölüm girişinde yer alan Ne Öğreneceksiniz!, Neden Önemli!, Hatırlatma ve Ana Fikir kısımları üzerinde durularak öğrencilerin bölümde öğrenilecek konular ile ilgili farkındalık kazanması ve hazırlanması sağlanır. Gerçek Hayat Bağlantısı kısmı ile yaşamdan çağrışım yapılarak soru etrafında öğrencilerin konunun ana fikrini tartışmaları sağlanır (sf.15).

2- Keşfetme

Maya nasıl çoğalır biyoloji laboratuvarı aktivitesi yaptırılır (sf.17). Öğrencilere toz maya, şeker ve sudan oluşan bir çözelti hazırlatılır. Damlalık kullanılarak çözeltiden bir damla alınarak preparat hazırlanır. Hazırlanan preparat mikroskopta incelenerek tomurcuklanan hücrelerin görülmesi istenir.

3- Açıklama

Keşfetme aşamasında bazı maya hücrelerinde görülen çıkıntılarının tomurcuklar olduğu ve mayaların tomurcuklanma yoluyla eşeysiz olarak çoğaldıkları söylenir. Öğrencilerden kitaplarını tarayarak eşeysiz üreme çeşitlerinden birini bulmaları ve buldukları eşeysiz üreme yöntemi ile çoğalan canlılara örnekler vermeleri istenir.

4- Derinleşme

Bitki çoğaltım aktivitesi yaptırılır (sf. 20). Öğrenciler gruplara ayrılır. Her gruba bir kaç plastik kap, makas ve saksı toprağı verilir. Yaprak güzeli bitkisinin uygun olan dallarından 3-4 yaprak üstte kalacak biçimde kesim yapmaları ve plastik kaplara ekmeleri istenir. Ektikleri bitki parçalarının büyümesini gözlemlemeleri beklenir.

5- Değerlendirme

Bölüm sonunda (sf.19) yer alan değerlendirme kısmındaki başlıkları kullanarak bölümde öğrenilenler özetlenir. Devamındaki sorularla öğrenci öğrenmeleri değerlendirilir. Biyoloji çalışma kitabından Bölüm 2 ile ilgili kısmı tamamlamaları istenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

Biyoloji Öğretmeni

Okul Müdürü

Hücre Bölünmesi ve Üreme

Eşeysiz Üreme

4 Ders Saati

2.1. Eşeysiz üreme çeşitlerini örneklerle açıklar.

2.2. Eşeysiz üremenin tarımsal üretimdeki önemini açıklar (BTTÇ 8, 9, 11, 12, 18, 29, 31; BAS 27).

8. Sosyo-ekonomik ve kültürel bağlamın biyolojinin gelişimini etkilediği gerçeğini anlar.

9. Biyolojinin birey, toplum ve çevre üzerindeki uygulamalarını değerlendirir.

11. Biyolojinin alt bilim dalları ile günlük yaşamdaki uygulama alanları arasında ilişki kurar.

12. Biyolojinin diğer bilim dalları ile olan ilişkisini kavrar.

18. Biyolojiyle ilgili meslekler ile öğrendikleri biyoloji konuları arasında bağlantı kurar.

29. İnsanların ve toplumun çevreyi nasıl etkilediğine örnekler verir.

31. Bireyin teknoloji geliştirirken veya kullanırken sonuçları hakkında kendine, topluma ve çevreye karşı sorumluluk hissetmesi gerektiğini anlar.

7. Biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır.

15. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.

-

27. Araştırma sonucu keşfedilen ilişkileri günlük yaşamda meydana gelen olayları açıklamak için kullanır.

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı, beher, toz maya, şeker, damlalık, lam, lamel, mikroskop, yaprak güzeli bitkisi, toprak, plastik kap, saksı toprağı, su

BÖLÜM 3 DERS PLANI**Mayoz ve Eşeyli Üreme****Ünite****Konu****Önerilen Süre/ dakika****İçerik kazanımları**

Mayoz ve Eşeyli Üreme

Mayoz ve Eşeyli Üreme

4 Ders Saati

3.1. Bir hücreli organizmalarda eşeyli üremeyi örneklerle açıklar (BAS 7, 26).

3.2. Mayozun başlıca evrelerini şema üzerinde açıklar (BTTÇ 15; BAS 26).

3.3. Eşeyli üremede mayozun önemini açıklar (BTTÇ 7).

3.4. Oogenez ve spermatogenez şekil üzerinde açıklar (BAS 26).

3.5. Döllenmede gerçekleşen olayları açıklar (BTTÇ 7; BAS 7)

3.6. Partenogenez örneklerle açıklar (BAS 7).

Bilim Teknoloji Toplum Çevre Kazanımları

7. Biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır.

15. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.

İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler**Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri****Kazanımları**

-

7. Bilgi toplamak amacıyla çeşitli kaynaklara başvurur.

26. Bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. kullanarak, yazı ve/veya sözel iletişim yoluyla özetler.

Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri**Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler**

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı, Işık mikroskobu, hazır preparat, bir zambak anteri, çizim kağıdı, renkli kalem

Dersin işleniş:**1- Giriş**

Bölüm girişinde yer alan Ne Öğreneceksiniz!, Neden Önemli!, Hatırlatma ve Ana Fikir kısımları üzerinde durularak öğrencilerin bölümde öğrenilecek konular ile ilgili farkındalık kazanması ve hazırlanması sağlanır. Gerçek Hayat Bağlantısı kısmı ile yaşamdan çağrışım yapılarak yöneltilen soru etrafında öğrencilerin konunun ana fikrini tartışmaları sağlanır (sf.21).

2- Keşfetme

Polenler nasıl oluşur biyoloji laboratuvarı aktivitesi yaptırılır. Zambak anterlerinden hazırlanan hazır preparatlar mikroskop altında incelenir. Değişik hücrelerde kromozomların değişik görünümde olduğuna dikkat çekilerek ders kitaplarındaki mayozun farklı evrelere ilişkin şekillerle bağlantı kurmaları istenir (sf. 24). Deneye ilişkin hazırlanan klavuz takip edilerek ilgili boşlukların öğrenciler tarafından doldurulması sağlanır.

3- Açıklama

Öğrencilerin mikroskop altında görüp sporlar nasıl oluşur çalışma kâğıdına çizdikleri mayoz aşamalarında gerçekleşen olaylar kısaca özetlenir. Profaz I'de gerçekleşen olaylar kromozomları temsil eden elektirik teli kullanılarak somutlaştırılır. Tel-kromozomlar sentromerlerinden bağlıdır, tetrad oluşturur ve krosing-over geçirirler. Mayoz modeli yapalım aktivitesi gerçekleştirilir. Sınıf 2-3'lü küçük gruplara ayrılır. Öğrencilere karton, renkli kâğıt, iğne, ataç, yapıştırıcı veya renkli kalem gibi çeşitli kırtasiye malzemeleri verilir. Gruplardan ellerindeki malzemeleri kullanarak mayozda gerçekleşen olayları ilişkin modeller oluşturmaları istenir.

5- Değerlendirme

Bölüm sonunda (sf.27) yer alan değerlendirme kısmındaki başlıkları kullanarak öğrencilerin bölümde öğrendiklerini özetlemeleri istenir. Devamındaki sorularla öğrenci öğrenmeleri değerlendirilir. Biyoloji çalışma kitabından Bölüm 3 ile ilgili kısmı tamamlamaları istenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 1.1 DERS PLANI

Hücrelerde Büyüme

Ünite

Konu

Önerilen Süre/ dakika

İçerik kazanımları

Hücre Bölünmesi ve Üreme

Mitoz ve Eşeysiz Üreme

2 Ders Saati

1.1.Mitozun evrelerini şema üzerinde açıklar (BTTÇ 15; BAS 26).

1.2.Bitki ve hayvan hücrelerinde mitozu karşılaştırır (BTTÇ 15; BAS 26).

1.3.Tek hücreli ve çok hücreli canlılar için mitozun önemini açıklar (BTTÇ 7).

Bilim Teknoloji Toplum Çevre Kazanımları

7. Biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır.

15. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.

İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler Kazanımları

Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri Kazanımları

26. Bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. kullanarak, yazı ve/veya sözel iletişim yoluyla özetler.

Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı ve interaktif yazılımlar.

Dersin işleniş:

1- Giriş

Neden bölünür?

Etkinlik merkezi programındaki bu aktivitenin başlangıcında üç değişik canlı verilerek öğrencilerden ortak özelliklerinin **hücre** olduğunu bulmaları istenir. Bu sefer öğrencilere vücudumuzu oluşturan hücrelerin nasıl meydana geldiği sorusu sorulur? Program hücrelerin hücrelerin bölündüğünü ve bu şekilde vücudu oluşturduğunu anlatır. Öğrencilerden hücrelerin ne zaman bölünecekleri ve her hücrenin bölünüp bölünmediği, hiç bölünmeyen hücrelerin de olup olmadığı sorularına cevap aramaları istenir.

2- Keşfetme

Büyük mü büyük? Küçük mü büyük?

Bu aktivite, “Hücre Büyüklüğünü Araştıralım” biyoloji laboratuvarı aktivitesinin bilgisayar ortamında gösteri deneyi biçiminde hazırlanmış versiyonunu içermektedir. Son olarak, öğrencilere deney sonucu küplerde renk değişimine bağlı olarak ortaya çıkan ilerleme miktarına göre hücrenin hangi boyutta olmasının daha avantajlı olduğu sorulur.

3- Açıklama

Yüzey Alanı ve Hacim

Bir kübün yüzey alanının hacmine bağlı olarak nasıl değiştiğini gösteren bir hareketli grafik eşliğinde alan-hacim ilişkisi açıklanır. Alan ile hacim arasındaki bu ilişkinin hücre için önemi, eksikliğinde hücrede madde taşınımının nasıl etkileneceği animasyonlarla sesli olarak program tarafından açıklanır.

4- Derinleşme

Yüzey Alanı ve Hacim

Öğrencilerden öğrendikleri yüzey alanı ve hacim arasındaki ilişkiyi uygulamaları için balık solungaçlarındaki gaz değişimi ve sindirim sistemindeki mikrovilluslardan monomerlerin geçişi olaylarına uyarlamaları istenir.

5- Değerlendirme

Etkinlik Merkezi

Etkinlik merkezinde konu özeti, kavram haritası, kelime oyunları ve test başlıkları altında yer alan aktivitelerden bölüm ile ilgili olarak düzenlenmiş olanları seçilerek tamamlanır. Etkinliklerde elde edilen sonuçlar puan tablosundan izlenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 1.2 DERS PLANI**Mitoz ve Sitokinez****Ünite****Konu****Önerilen Süre/ dakika****İçerik kazanımları**

Hücre Bölünmesi ve Üreme

Mitoz ve Eşeysiz Üreme

2 Ders Saati

1.1.Mitozun evrelerini şema üzerinde açıklar (BTTÇ 15; BAS 26).

1.2.Bitki ve hayvan hücrelerinde mitozu karşılaştırır (BTTÇ 15; BAS 26).

Bilim Teknoloji Toplum Çevre Kazanımları

15. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.

İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler**Kazanımları****Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri****Kazanımları**

26. Bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. kullanarak, yazı ve/veya sözel iletişim yoluyla özetler.

Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri**Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler**

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı ve interaktif yazılımlar.

Dersin işlenişi:**1- Giriş****Büyüme ve İyileşme**

Öğrencilerden büyümelerine neden olanın ya da yaralarının iyileşmesine neden olanın ne olduğunu açıklamaları istenir. Bu olayların nedenleri mitoz bölünmeye vurgu yapılarak açıklanır. Bir hücrede mitoz bölünme sürecinde neler olduğunu nasıl bulabileceğimiz sorusu yöneltilir.

2- Keşfetme**Mikroskop: Soğan Kök Ucu**

Öğrencilerin mikroskop simülasyonunda bulunan soğan kök ucu preparatını kullanılarak mitoz bölünmenin farklı aşamalarındaki hücreleri incelemeleri sağlanır?

3- Açıklama**Görsel Laboratuvar: Mikroskop**

Mikroskop görüntüsünün üzerinde yer alan tablo aracılığı ile mitoz ve hücre bölünmesinin aşama ve evrelerinde hangi olayların meydana geldiği yazılı olarak metin eşliğinde, üzerinde gezildiğinde kısımlarını gösteren ilgili evrenin etkileşimli bir çizimi ile görsel olarak ve metnin yanında yer alan ses butonuna tıklandığında çalmaya başlayan sesli anlatım ile desteklenmiş açıklama kısımların tamamlanması istenir.

4- Derinleşme**Görsel Laboratuvar: Mikroskop**

Hücre Döngüsünün Hangi Aşaması Ne Kadar Sürer? biyoloji laboratuvarı aktivitesi program üzerinden yaptırılır. Preparat kutusundan hazır preparatlar seçilerek mikroskoba yerleştirilir ve evreler belirlenmeye çalışılır. Deneye ilişkin hazırlanan klavuz takip edilerek ilgili boşlukların öğrenciler tarafından doldurulup doldurulmadığı kontrol edilir.

5- Değerlendirme**Etkinlik Merkezi**

Etkinlik merkezinde konu özeti, kavram haritası, kelime oyunları ve test başlıkları altında yer alan aktivitelerden bölüm ile ilgili olarak düzenlenmiş olanları seçilerek tamamlanır. Etkinliklerde elde edilen sonuçlar puan tablosundan izlenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 1.3 DERS PLANI**Hücre Döngüsünün Kontrolü****Ünite****Konu****Önerilen Süre/ dakika****İçerik kazanımları****Bilim Teknoloji Toplum Çevre****Kazanımları**

Hücre Bölünmesi ve Üreme

Mitoz ve Eşeysiz Üreme

2 Ders Saati

1.4. Mitozun kontrol edilmesi ve bunun canlılar için önemini açıklar (BTTÇ 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 21, 22; BAS 7, 27).

7. Biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır.

9. Biyolojinin birey, toplum ve çevre üzerindeki uygulamalarını değerlendirir.

10. Biyolojinin sınırlılıkları olabileceğinin farkına varır.

11. Biyolojinin alt bilim dalları ile günlük yaşamdaki uygulama alanları arasında ilişki kurar.

12. Biyolojinin diğer bilim dalları ile olan ilişkisini kavrar.

13. Bilim-teknoloji-toplum-çevre arasındaki ilişkileri anlar.

14. Bilim ve teknolojideki araştırma projelerine kaynak sağlanmasının öneminden ve koşullarından haberdar olur.

18. Biyolojiyle ilgili meslekler ile öğrendikleri biyoloji konuları arasında bağlantı kurar.

21. Kendi alanlarında dünya çapında üne sahip bilim insanlarına ve bilime katkılarına örnekler verir.

22. Bilimdeki gelişmelerin; teknolojinin gelişmesine, teknolojide yeni icatlara ve uygulamalara yol açtığına örnekler verir.

İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler**Bilimsel Araştırma ve Süreç****Becerileri Kazanımları**

-

7. Bilgi toplamak amacıyla çeşitli kaynaklara başvurur.

27. Araştırma sonucu keşfedilen ilişkileri günlük yaşamda meydana gelen olayları açıklamak için kullanır.

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri**Teknolojik Araç, Gereç ve****Malzemeler****Dersin işleniş:**

Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı ve interaktif yazılımlar.

1- Giriş**Kontrol Dışı**

Öğrencilerin izlemiş oldukları popüler bilim kurgu filimlerinden yola çıkarak işlerin kontrol dışına çıkması durumunun farkına varmaları istenir. Hücre bölünmesi olayının kontrolü olup olmadığı veya bu kontrolün nasıl yapıldığı sorusu program ile yöneltir?

2- Keşfetme**Görsel Laboratuvar: Slayt Makinası**

Öğrencilere önce kanserli bir organla normal bir organın slaytları gösterilir. Daha sonrada bu organa ait doku örneklerinin slaytları posterleri gösterilir. Normal ve kanserli dokular arasında ne gibi farklılıklar olduğu sorulur.

3- Açıklama**Hücre Döngüsünün Kontrolü**

Kanserli hücrelerinin kontrolsüz hücre bölünmesi sonucu ortaya çıktığı belirtilir. Hücre bölünmesinin kontrol mekanizmalarının nasıl işlediği hakkında bilgi verilir. Kansere neden olan etmenler ve programlanmış hücre ölümü hakkında bilgi verilir.

4- Derinleşme**Hücre Döngüsünün Kontrolü: Hücre Yöneticiliği**

Hazırlanan eğitsel oyunda öğrenciye hücrenin bölünmesini düzenleyen siklin proteini olarak yöneticilik ve hücre döngüsünün basamaklarını denetleme görevi verilir. Öğrencinin hücreye gelen komutları ve bilgilerini kullanarak yok olan bir hücrenin yerine yenisini oluşturması beklenmektedir.

5- Değerlendirme**Etkinlik Merkezi**

Etkinlik merkezinde konu özeti, kavram haritası, kelime oyunları ve test başlıkları altında yer alan aktivitelerden bölüm ile ilgili olarak düzenlenmiş olanları seçilerek tamamlanır. Etkinliklerde elde edilen sonuçlar puan tablosundan izlenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 2.1 DERS PLANI**Eşeyli Üreme****Ünite****Konu****Önerilen Süre/ dakika****İçerik kazanımları****Bilim Teknoloji Toplum Çevre****Kazanımları****İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler****Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri****Kazanımları****Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri****Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler****Dersin işlenişi:****1- Giriş****Tıpa Tıp Aynı**

Etkinlik merkezi programındaki bu aktivitenin başlangıcında patates, çilek, deve tabanı ve kurdela çiçeği bitkilerinin resimleri gösterilerek öğrencilerden ortak özelliklerinin **eşeyli üreme** olduğunu bulmaları istenir. Program canlıların iki ebeveyne gerek olmadan eşeyli üreme yolu ile genetik olarak aynı özellikleri taşıyan bireyler meydana getirebileceklerini. Öğrencilerden bir klonlarının olmasını isteyip istemeyecekleri üzerine düşünmeleri istenir.

2- Keşfetme**Mikroskop: Mayalar**

Öğrencilerin mikroskop simülasyonunda bulunan maya hücreleri preparatını kullanılarak tomurcuklanma yoluyla çoğalan hücreleri incelemeleri sağlanır?

3- Açıklama**Eşeyli Üreme**

Eşeyli üreme programı eşeyli üreme ile ilgili kısa bir tanımlama ile başlar. Daha sonra ikiye bölünme, tomurcuklanma, sporla üreme, rejenerasyonla üreme, vejetatif üreme ve bitki çoğaltma yöntemleri açıklanır.

4- Derinleşme**Aşılama**

Aşılamanın uzmanlık gerektiren bir iş olduğu belirtilir. Aşılama programı aracılığı ile öğrencilerin önceden belirlenmiş soruları seçerek sanal uzmana yöneltmeleri sağlanır. Uzman kaydedilmiş videolar aracılığı ile öğrenci sorularını cevaplar.

5- Değerlendirme**Etkinlik Merkezi**

Etkinlik merkezinde konu özeti, kavram haritası, kelime oyunları ve test başlıkları altında yer alan aktivitelerden bölüm ile ilgili olarak düzenlenmiş olanları seçilerek tamamlanır. Etkinliklerde elde edilen sonuçlar puan tablosundan izlenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

BÖLÜM 3.1 DERS PLANI

Mayoz ve Eşeyli Üreme

Ünite

Konu

Önerilen Süre/ dakika

İçerik kazanımları

Mayoz ve Eşeyli Üreme

Mayoz ve Eşeyli Üreme

2 Ders Saati

3.7. Bir hücreli organizmalarda eşeyli üremeyi örneklerle açıklar (BAS 7, 26).

3.8. Mayozun başlıca evrelerini şema üzerinde açıklar (BTTÇ 15; BAS 26).

3.9. Eşeyli üremede mayozun önemini açıklar (BTTÇ 7).

3.10. Oogenez ve spermatogenezini şekil üzerinde açıklar (BAS 26).

3.11. Döllenmede gerçekleşen olayları açıklar (BTTÇ 7; BAS 7)

3.12. Partenogenezini örneklerle açıklar (BAS 7).

Bilim Teknoloji Toplum Çevre Kazanımları

7. Biyolojinin yaşamın anlaşılmasına sağladığı katkıların farkına varır.

15. Bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sunumunda modellerden yararlanmanın yeri ve önemini bilir.

**İletişim Becerileri, Tutum ve Değerler
Bilimsel Araştırma ve Süreç Becerileri
Kazanımları**

-
7. Bilgi toplamak amacıyla çeşitli kaynaklara başvurur.

26. Bilimsel kavram, süreç ve araştırma sonuçlarını çizim, grafik, tablo, histogram vb. kullanarak, yazı ve/veya sözel iletişim yoluyla özetler.

**Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri
Teknolojik Araç, Gereç ve Malzemeler**

Soru-cevap, gösteri, deney, modelleme.

Biyoloji ders kitabı, çalışma kitabı ve interaktif yazılımlar.

Dersin işleniş:

1- Giriş

Farklıyız

Etkinlik merkezi programındaki bu aktivitenin başlangıcında öğrencilerden sınıflarındaki arkadaşlarını incelemeleri ve neden farklı oldukları konusunda fikir yürütmeleri istenir. Program farklılıklarının nedeninin mayoz bölünme ve eşeyli üreme olduğunu açıklar. Son olarak, eşeyli üreme ve mayoz sürecinin nasıl geliştiği konusunda ön öğrenmeleri program tarafından sorulan soru ile yoklanır.

2- Keşfetme

Mikroskop: İris Anteri

Öğrencilerin mikroskop simülasyonunda bulunan iris anteri preparatını kullanarak mayoz bölünme geçiren yoluyla çoğalan maya hücrelerini incelemeleri ve neler olduğu üzerinde düşünceleri sağlanır?

3- Açıklama

Mayoz

Mayoz bölünme ve aşamaları hazırlanan birebir öğretim programı “mayoz” üzerinden açıklanır.

4- Derinleşme

Mayoz ve Ötesi

Gametogenez, yani spermatogenez ve oogenez, olayının nasıl gerçekleştiği açıklanır. Sperm ve yumurta hücrelerinin yapısı üzerinde durulur. Döllenme olayının nasıl gerçekleştiği belirtilir. Bazı canlıların döllenme olmadan da partenogenez yoluyla çoğalabildikleri arılar örneği üzerinden açıklanır.

5- Değerlendirme

Etkinlik Merkezi

Etkinlik merkezinde konu özeti, kavram haritası, kelime oyunları ve test başlıkları altında yer alan aktivitelerden bölüm ile ilgili olarak düzenlenmiş olanları seçilerek tamamlanır. Etkinliklerde elde edilen sonuçlar puan tablosundan izlenir.

UYGUNDUR

... / ... / 20...

Ek 9. Çalışma Yaprakları**DERS 1: 15 dakika*****Sağlıklı Hücreler Nereden Gelir?***

Tüm canlılar hücrelerden oluşmuştur. Bir organizmanın büyümesi veya iyileşebilmesi için yeni hücrelere ihtiyacı vardır. Sağlıklı hücreler yaşamsal canlılık işlevlerini yerine getirir ve daha fazla hücre meydana getirebilir. Bu laboratuvar da değişik hücre türlerinin görünüşünü inceleyesiniz.

Uygulama

1. Laboratuvar güvenlik formunu okuyarak doldurunuz.
2. Bir **ışık mikroskopu** kullanarak yüksek büyütmede **insan hücrelerine ait hazır preparatları** gözlemleyiniz.
3. Mikroskop altında **soğan kök hücrelerini** gözlemleyiniz.
4. Öğretmeniniz tarafından size verilen diğer hücrelere ait hazır preparatları gözlemleyiniz.
5. Gözlemlediğiniz hücrelerin basit şekillerini çiziniz. Fark ettiğiniz yapıların isimlerini yazarak belirtiniz.

Veri ve Gözlemler

Analiz

1. Gözlemlediğiniz hücrelerin benzer ve farklı yönlerini karşılaştırınız.

2. Gözlemlediğiniz hücrelerin neden farklı yapı ve görünüme sahip olduğu ile ilgili bir hipotez oluşturun. Hastalıklı hücreleri nasıl belirlersiniz?

Hücreler neden bölünür?

Hücreler belirli bir büyüklüğe ulaştığında, büyüme oranları büyümeleri duruncaya kadar yavaşlar. Bu noktada, büyüklük sınırlarına ulaşırlar. Büyüklük sınırına ulaşan bir hücre iki küçük hücreye bölünür. Bu laboratuvar, hücre büyüklüğüne etki eden etmenlerden birini keşfedeceksiniz: hücre büyüklüğü (özellikle, yüzey alanı ve hacim) ve maddelerin hücre zarından difüzyonla yeteri kadar geçebilmeleri arasındaki ilişki.

Materyaller

agar
beher
saat
hesap makinesi
plastik cetvel
100 mL 0.1M hidroklorik asit çözeltisi
mutfak bıçağı
plastic sünger
kağıt havlu

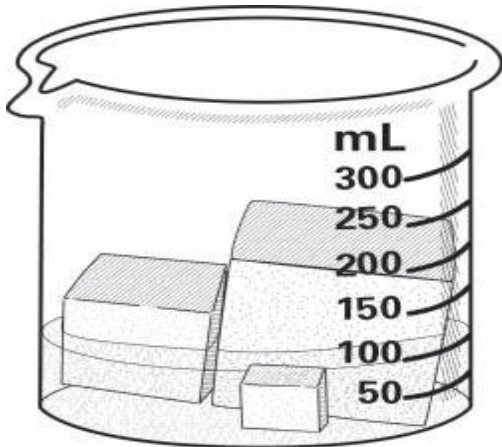
Güvenlik Önlemleri

DİKKAT: *Hidroklorik asiti taşıırken dikkatli olunuz.*

Uygulama

Bölüm A. Deneyin Hazırlanışı

1. Laboratuvar güvenlik formunu okuyunuz ve tamamlayınız.
2. Öğretmeninizden fenolfitalyn içeren bit agar blok isteyiniz. Fenolfitaleynin asit içerisinde renksiz hale geldiğini, baz varlığında ise pembeye döndüğünü hatırlayınız.
3. Cetvel ve bıçak kullanarak agar bloktan üç farklı küp kesiniz. Agar küplerden birinin kenar uzunluğu 3cm, diğerinin 2cm ve sonuncusunun 1 cm olmalıdır. ,
4. Üç agar kübü beher içerisine yerleştirin. 100 mL seyreltilmiş hidroklorik asit çözeltisi ile kaplayınız.
5. Agar küpleri toplam 10 dk. Kadar seyreltilmiş hidroklorik asit içerisinde bırakınız. Küplerin tamamen ıslandığından emin olmak için bir kaç dakikada bir kaşıkla küpleri çeviriniz.
6. Aşağıdaki veri tablosunu tamamlayınız.



Bölüm B. Difüzyonun Ölçülmesi

- 10 dakika sonra, plastik kaşıkları kullanarak dikkatlice agar küpleri çıkarınız. Kağıt havlu ile kurulayınız. HCl'in derinize sıçramasına izin vermeyin: yanıklara neden olabilir.
- Plastik cetvelin köşesini kullanarak agar küpleri ikiye ayırınız. Cetvel yardımı ile renksiz alanın uzunluğunu ölçerek difüzyon derinliğini bulunuz. Elde ettiğiniz değerleri Tablo 1'e kaydediniz.
- Tablo 1'i tamamlayarak takip eden soruları cevaplayınız.
- Aşağıdaki förmüllere ihtiyaç duyabilirsiniz:

$$\text{bir kübün yüzey alanı} = \text{boy} \times \text{en} \times \text{yüzey sayısı}$$

$$\text{bir kübün hacmi} = \text{boy} \times \text{en} \times \text{yükseklik}$$
 Hesaplamalarınız için gerekli ise hesap makinesi kullanınız.
- Ellerinizi su ve sabunla yıkayınız. Öğretmeninizin istediği gibi malzemeleri uzaklaştırınız.

Veriler ve Gözlemler

Tablo 1

Agar Verisi				
Küp büyüklüğü	Yüzey Alanı	Hacim	Oran	Difüzyon Derinliği
3 cm/kenar				
2 cm/kenar				
2 cm/kenar				

Analiz ve Sonuç

- Her üç küp için de difüzyon aralığı aynı mıydı? Açıklayınız.
- Bir önceki soruya vermiş olduğunuz cevaba dayanarak, üç küp için de difüzyon derinliğinin aynı olduğunu düşünüyor musunuz? Açıklayınız.
- Agar küpleri büyükten küçüğe doğru büyüklüklerine göre sıralayınız. Daha sonra yüzey alanının hacme oranına göre (büyük orandan küçük orana doğru) küçüğe doğru sıralayınız. İki listeyi birbiri ile karşılaştırınız.
- Bir mikroskopla bir kenarının uzunluğu 0.01 cm olan küp şeklindeki soğan hücresine baktığınızı varsayalım. Bu kübün yüzey alanının hacme oranı ne olacaktır?
- Laboratuvarda kullandığınız kenar uzunluğu 3 cm olan agar küpü mü yoksa küp şeklindeki soğan hücresi mi daha büyük yüzey alanı hacim oranına sahiptir?
- Yüzey alanının hacme oranı ile hücredeki difüzyon arasındaki ilişki nedir?
- Hücre büyüdükçe difüzyon nasıl etkilenir?
- Deneyinizdeki olası hata kaynakları nelerdir?
- Yüzey alanının hacme oranı ile ilgili gözlemlerinize dayanarak hücre bölünmesinin büyüme için gerekli olan maddeleri hücre içine alabilme yeteneğini nasıl etkilediği ile ilgili bir hipotez geliştiriniz.

Soruşturma Genişletmeleri

- İnsan vücudunda en sık bölünen hücreler hangileridir? Neden bu hücreler olduğunu düşünüyorsunuz? Hangi etkinlikler veya koşullar hücre bölünmesini teşvik eder? Hangileri hücre bölünmesini yavaşlatır?
- Ergenlik döneminde insan vücudu bebeklik döneminden sonraki en hızlı büyüme oranı ile büyür. Bu laboratuvarda öğrendiklerinizin ergenlik döneminde insan vücudunda oynadığı rolü açıklayınız.

Hücre Döngüsünün Hangi Aşaması Ne Kadar Sürer?

Bir yeriniz yaralandığında yada büyüme döneminin ortasında size neler olduğunu düşündünüz mü? Hücresel seviyede neler olmaktadır? İster yaralanmış olun ister büyüyor, hücreler hücre döngüleri esnasında büyümek ve bölünmekle meşguldur. Bu araştırmada, “Her aşamada neler olmaktadır?” ve “Her aşama ne kadar sürmektedir?” gibi sorular sorarak hücre döngüsünün aşamalarını araştıracaksınız. Hücre döngüsü bir seri aşamadan oluşmaktadır: interfaz (iki büyüme ve bir DNA sentezi aşamalarını içerir), mitoz ve sitokinez. Mitoz dört değişik aşamaya ayrılabilir: profaz, metafaz, anafaz ve telofaz. Her aşama farklı sürelerde gerçekleşmektedir.

Bu laboratuvar, soğan kök hücrelerini mikroskop altında inceleyeceksiniz. Soğan bitkisinin farklı hücrelerinin hücre döngüsünün farklı aşamalarında olduğunu bulacaksınız. Sizin göreviniz hücre döngüsünün değişik aşamalarındaki hücrelerin sayısını belirlemek olacak. Soğan kök hücreleri için hücre döngüsü yaklaşık 24 saat (veya 1440 dakika) sürmektedir. Hücrenin hangi aşamada ne kadar zaman geçirdiğini belirlemek için her bir aşamadaki hücre sayısını kullanacaksınız.

Kazanımlar

- Soğan kök ucunda bulunan hücreleri belirlemek için mikroskop kullanacaksınız.
- Soğan hücrelerinde hücre döngüsünün değişik aşamalarını belirleyeceksiniz.
- Hücre döngüsünün her bir aşamasındaki hücre sayısını bulacaksınız.
- Hücre döngüsünün her bir aşamasında hücrelerin ne kadar zaman geçirdiğini hesaplayacaksınız.

Materyaller

mikroskop
renkli kalem
hesap makinesi
hazır preparat (hücre bölünmesi geçiren soğan kök hücreleri)

Uygulama

1. Laboratuvar güvenlik formunu okuyunuz ve doldurunuz.
2. Hücre döngüsünün değişik aşamalarını birbirinden ayırt ediniz. Mikroskop altında hücre bölünmesinin aşamalarını gördüğünüzde tanımanıza yardımcı olacak çizimler yapınız.
3. Mikroskopunuzu hazırlarken bir arkadaşınızla birlikte çalışınız. Bir arkadaşınız Gözlemci olarak davranabilir ve mikroskobu soğan hücrelerinin yerlerini bulmak için kullanabilir. İkinci arkadaşınız Kayıtcı olarak davranabilir ve Gözlemcinin gördüğü aşamaların çetelesini tutabilir.
4. Öğretmeninizden hazır soğan kök hücresi preparatlarını alınız ve küçük büyütmede gözlemleyiniz.
5. Öğretmeninizin verdiği yönergelerle uyunuz. Soğan hücrelerini gözlemlerken zamanla da yarışıyor olacaksınız.
6. Yüksek büyütme geçiniz ve kök şapkasının hemen altındaki aktif büyüme bölgesini inceleyiniz.
7. Gözlemci görünen alanın solundaki uzun bir hücre sütunundan başlamalıdır. Hücrelerin içinde bulunduğu aşamaları belirlemelidir. Aşamaları arkadaşına söylemelidir. 5-7 hücre sütununu bu şekilde tamamlayınız. Sonra arkadaşınızla yer değiştiriniz.
8. Kayıtcı arkadaşının gözlemleyerek söylediklerini Tablo 1’deki aşamaların karşısındaki ilgili alana kaydetmelidir.
9. Her aşamada bulduğunuz hücre sayısını toplayınız. Sizin toplamınızı Tablo 1’deki ilgili sütuna yerleştiriniz.
10. Sınıfınızdaki diğer arkadaşlarınız bitirene kadar bekleyiniz ve sizinde toplam sonucunuzun dahil edildiği Sınıf Toplamını Tablo 1’deki yerine yerleştiriniz.
11. Her bir aşamanın oranını hesaplayınız. Hesapladığınız oranı tablo 1’e yerleştiriniz.
12. Bir hücrenin hücre döngüsünün 24 saat sürdüğünü varsayarak her bir hücrenin ne kadar saat sürdüğünü hesaplayınız. İpucu: Bu hesaplama için sınıfça elde ettiğiniz oranlara ihtiyaç duyacaksınız. Sonuçlarınızı Tablo 1’deki ilgili yere yerleştiriniz.

Veriler ve Gözlemler

Aşağıdaki boşluğa gözlemlediğiniz hücre döngüsünün değişik aşamalarındaki hücrelerden birer örnek çizerek isimlendiriniz.

Tablo 1. Hücre Döngüsü Verileri

Aşama	Tanım	Kendi Verileriniz	Kendi Toplamınız	Sınıf Toplamı	Toplam	Toplam Oran	Aşamanın Süresi
İnterfaz							
Profaz							
Metafaz							
Anafaz							
Telofaz							

Analiz ve Sonuç Çıkarma

1. En sık gözlemlediğiniz hücre döngüsü aşaması hangisidir?

2. Mitozun başlayabilmesi için hangi süreçlerin gerçekleşmesi gerekir?

3. Neden mitozun her aşaması farklı sürelerde sonlanmış olabilir? Açıklayınız.

4. Aşamaların sonlanma sürelerinin birbirine göre uzunluğuna bakarak ne gibi bir sonuca varılabilir?

5. Telofazın bittiğinin göstergesi nedir? Bu aşamanın sona erdiğinin göstergesi olarak gördüğünüz her hangi bir yapıyı tarif ediniz.

6. Hata Analizi Deneyinizdeki olası hata kaynakları nelerdir?

7. Çarpım sonuçlarını bölerek hücre döngünün nasıl tanımlanabileceğini açıklayınız.

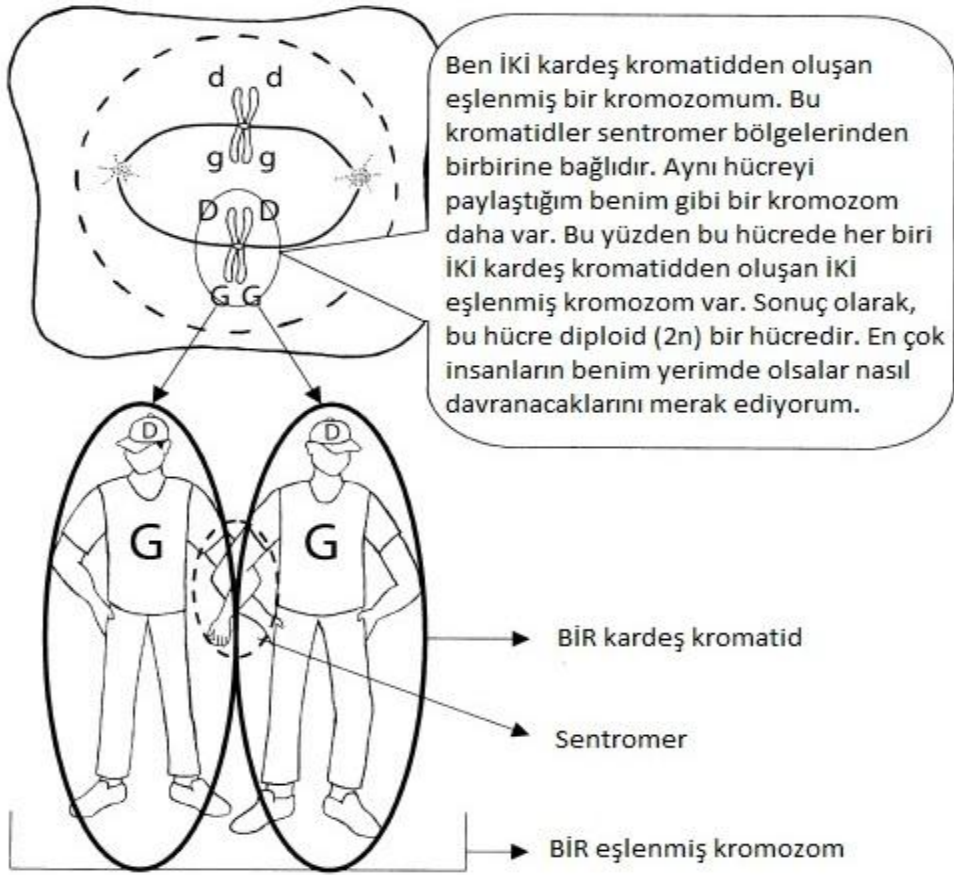
Araştırma Soruları

1. İnterfaz ve mitoz, hayvan hücrelerinde profaz aşamasında sentriollerin belirmesinin dışında bitki ve hayvan hücrelerinde benzerlik gösterir. Bitki hücrelerinde mi yoksa hayvan hücrelerinde mi mitozun daha uzun sürdüğüne yönelik bir tahminde bulununuz. Tahmininizi test etmek için bir deney tasarlayınız.

2. Sizce mitoz ve hücrenin her aşamasında geçirdiği süre hakkında düşünmek neden önemlidir? Hücre döngüsünün hayatınıza etkisi nedir?

Hücre Tiyatrosu: Mitoz

Ders 2: 45 dakika



Uygulama

1. Arkadaşlarınız arasından insan kromatidleri olmak isteyen en az 4 gönüllü belirleyiniz.
2. Sınıfınızdaki tüm arkadaşlarınızla birlikte insan kromatidleri ortada kalacak biçimde el ele tutuşarak büyük bir çember oluşturunuz.
3. İçerisinde insan kromatidleri bulunan büyük çembere mitoz bölünme gerçekleşen olayları göz önünde bulundurarak birbirinin tıpa tıp aynısı iki küçük çembere ayırınız.

Bu Konuda Düşünelim

1. Mitoz bölünme sırasında ilgilendiğimiz hücre, kardeş kromatid ve homolog kromozomların hücre tiyatrosundaki karşılıkları nedir?

2. Hücre döngüsünün aşamalarını sıralayınız. Her aşamada insan kromatidlerinin nasıl davrandıklarını kısaca özetleyiniz.

DERS 3: 30 dakika

Güneş Kremlerini Karşılaştıralım

Güneş kremleri gerçekten güneş ışınlarını engeller mi? Güneş kremleri güneş ışınlarından UVB absorbe eden birbirinden farklı bileşikler içermektedir. UVB deri kanserine neden olabilen DNA mutasyonları ile bağlantılıdır. Farklı güneş kremlerinin güneş ışınlarını engellemede ne kadar etkili olduğunu bulalım.

Uygulama

1. Laboratuvar güvenlik formunu okuyarak doldurunuz.
2. Öğretmeniniz tarafından size verilen **güneş kremi** ürünlerinden birini seçiniz. Etken maddelerini ve güneş koruma faktörünü (SPF) aşağıdaki boşluğa kayıt ediniz.
3. **İki sayfa streç film** alınız. Filimlerden birini üzerine **tükenmez kalem**le geniş boşluklu iki daire çizmek için kullanınız. Dairelerden birinin ortasına bir damla güneş kremi damlatınız ve diğerine de **çinko oksit** damlatınız.
4. İkinci streç filmi dairelerin üzerine yayınız. Bir **kitap** ile bastırarak damlaları yayınız
5. **Güneşe duyarlı kağıt** ile kaplı bir parçayı ve iki parça streç filmi güneşli bir alana alınız. Hızlı bir biçimde kağıdı açınız, üzerine iki parçadan oluşan streç filmi yayınız ve güneş ışınlarını doğrudan alabileceği yere yerleştiriniz.
6. Kağıt tamamen maruz kaldıktan sonra güneş ışığından uzaklaştırınız ve sonuçları yönergeye göre hazırlayınız.

Veri ve Gözlemler

Analiz

1. Eleştirel Düşün Niçin güneşten koruyucuları çinko oksitle karşılaştırdınız?

2. Sonuç Çıkarma Sınıfınızın tamamı tarafından hazırlanan güneşe duyarlı kağıtları inceledikten sonra hangi güneş koruyucunun DNA mutasyonlarından en iyi korunma sağlayacağını düşünüyorsunuz?

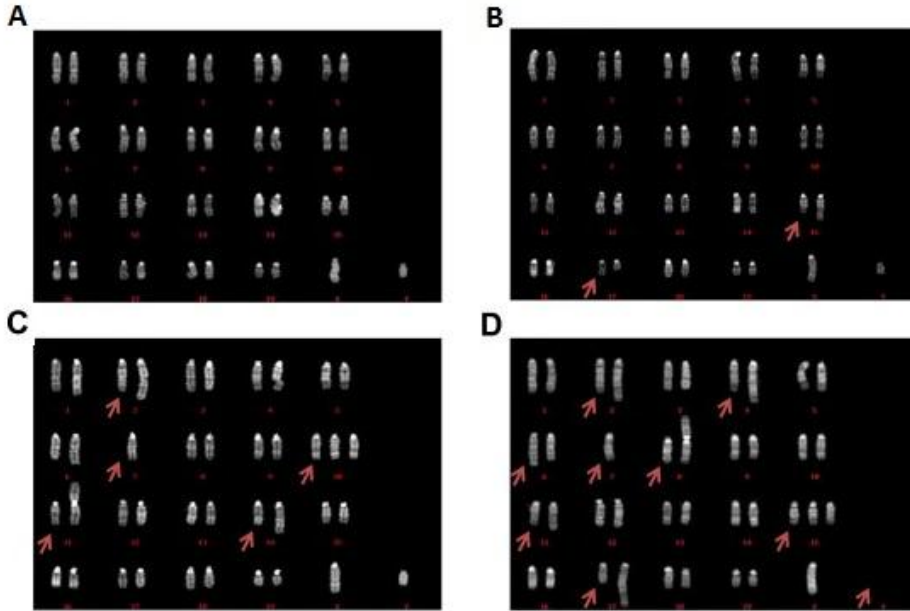
İşler Yanlış Giderse

DERS 3: 45 dakika

Bir hücrenin yaşam döngüsü süresince belirli bir sırada bir biriyle bağlantılı oldukça karmaşık olaylar gerçekleşir. Bu olayların tamamına yakını beklenildiği gibi düzgün bir biçimde başlar ve tamamlanır. Ancak, bazı durumlarda işler beklenildiği gibi ilerlemeyebilir.

Uygulama

1.Şekil 1’de bir farenin bağ dokusundan elde edilen karyotip görülmektedir. Karyotip, bir canlıya ait kromozom çiftlerinin yan yana dizilmesi ile ortaya çıkar. Sağlıklı bir bağ dokusu hücresinden elde edilen karyotipi gösteren Şekil 1A’yı dikkatlice inceleyiniz. Şekil 1A’daki kromozomları diğer şekillerde gösterilen kromozomlar ile karşılaştırınız. Farklı şekillerde yer alan kromozomlardaki benzerlik ve farklılıkları belirleyiniz.

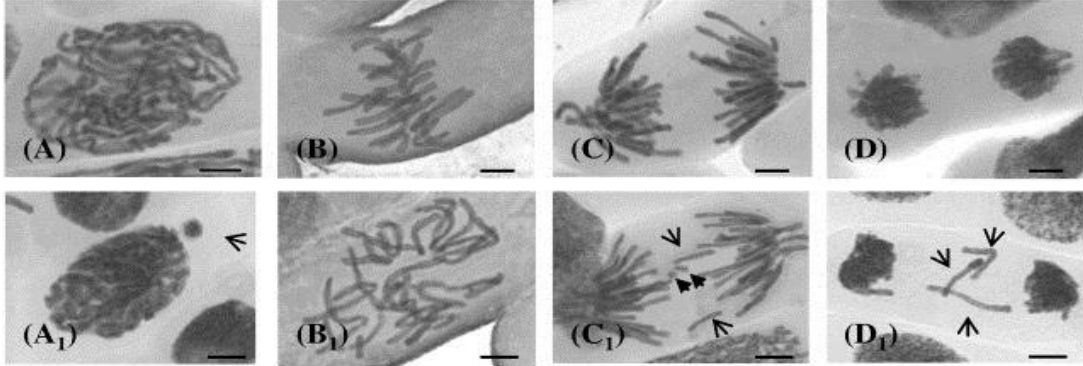


Şekil 1. Bir fareye ait bağ dokusu karyotipleri (Kinoshita et al., 2011).

Benzerlik ve farklılıkların neden kaynaklandığını düşünüyorsunuz.

Farklı şekillerde bulunan kromozomlarda belirlediğiniz farklılıklar hücrede ne gibi değişikliklere neden olabilir.

2. Şekil 2’de soğan meristem hücrelerine ait mikroskop görüntüleri bulunmaktadır. Birinci sırada yer alan hücrelerin hücre döngüsünün hangi aşamasında olduğunu belirleyiniz. Daha sonra ikinci sırada yer alan hücreleri inceleyiniz.

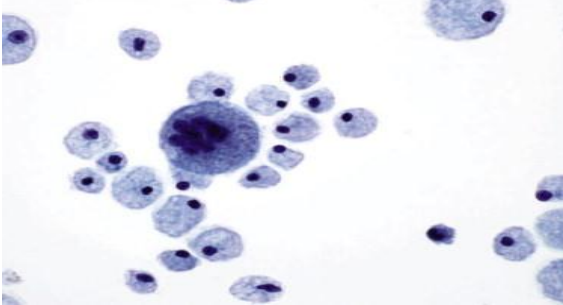


Şekil 2. Soğan meristem hücrelerinde hücre döngüsü (Pawlowski et al., 2012).

İkinci sırada yer alan hücreleri birinci sırada yer alan hücreler ile karşılaştırınız. İkinci sırada yer alan hücrelerde yolunda gitmeyen olayları belirleyiniz.

Bu olayların kaynağının neler olabileceğini tartışınız.

3. Şekil 3’de bir insanın göğüs epitel dokusuna ait hücreler yer almaktadır. Hücreleri dikkatlice inceleyiniz. Şekilde diğer hücrelerden farklı özellik gösteren hücreler olup olmadığını belirleyiniz.

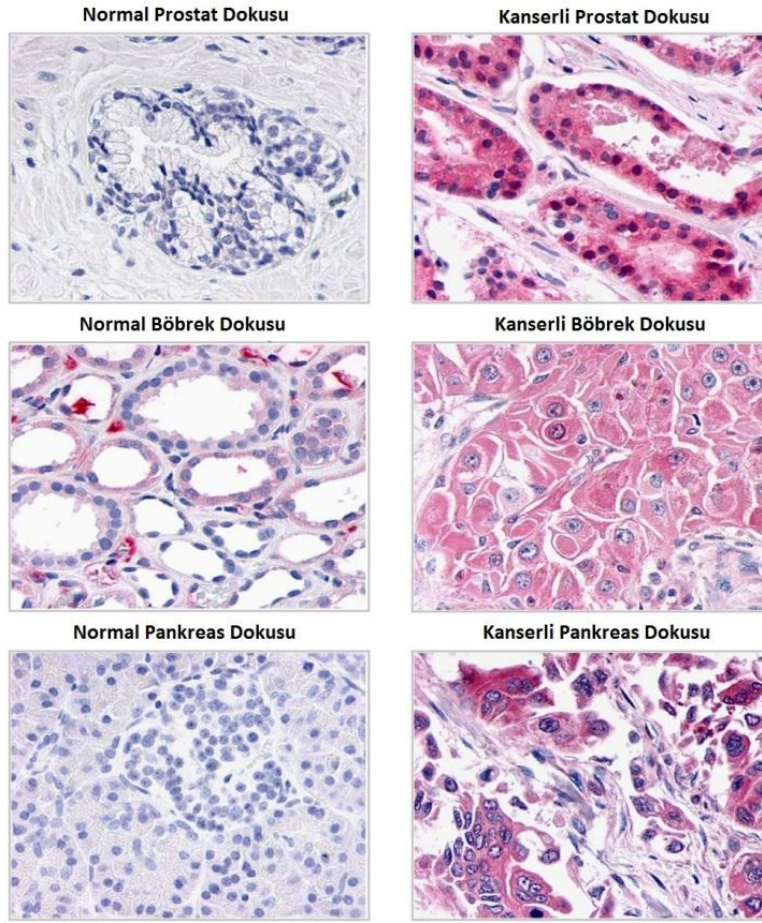


Şekil 3. Göğüs epitel hücreleri (Lebovic et al, 2010).

Farklı özellik gösterdiğini düşündüğünüz hücreleri diğerlerinden ayıran özelliklerin neler olduğunu yazınız.

Sizce bu farklılık nasıl oluşmuş olabilir?

4. Şekil 4’de aynı organlara ait normal ve kanserli dokuların yer aldığı mikroskop görüntülerine yer verilmiştir. Normal ve kanserli dokuları oluşturan hücreleri inceleyiniz.



Şekil 4. Kanserli ve normal doku hücreleri (Sloan et al., 2004).

Normal dokularda yer alan hücreler ile kanserli dokularda yer alan hücreler arasındaki benzerlik yada farklılıkları belirlemeye çalışınız.

Sizce kanserli hücreler nasıl oluşmuş olabilir?

DERS 4: 20 dakika

Maya nasıl çoğalır?

Bazı organizmalar mayoz ve döllenme olmadan yeni yavrular meydana getirebilir. Bu süreci kurutulmuş mayaya şeker ve sıcak su ekleyerek gözlemleyebilirsiniz.

Uygulama

1. Laboratuvar güvenlik formunu okuyarak doldurunuz.
2. Bir **behere** 125 mL **su** koyunuz. Su 34°C sıcaklıkta olmalıdır.
3. Suya 5 g **maya** ve 5 g **şeker** ekleyiniz. Hafifçe karıştırınız. 5 dakika sonra gözlemlerinizi kayıt ediniz.
4. **Damlalık** kullanarak **mikroskop lamı** üzerine bir damla maya çözeltisi damlatınız. Damlanın üzerini **lamelle** kapatınız.
5. Hazırladığınız preparatı uygun bir **mikroskoba** yerleştirerek inceleyiniz. Gözlemlerinizi aşağıya çiziniz.

Bu Konuda Düşünelim

1. Mayaların üremesi ile ilgili gözlemlediğiniz bulgu nedir?

2. Bu süreç diğer üreme yöntemlerinden hangi yönleri ile ayrılmaktadır?

Bitki oğaltım

Oldukça güzel ve değişik özelliklere sahip bitki türlerini evlerimizde süs bitkisi olarak kullanmaktayız. Yaprak güzeli gibi bitkileri basit bir kaç işlem ile çoğaltabiliriz.

Materyaller

yaprak güzeli bitkisi
paketlenmiş saksı toprağı
kap
oda sıcaklığında su

Uygulama

1. Başlamadan önce laboratuvar güvenliği formunu okuyup doldurunuz.
2. Bitki dallarından birini üç sıra yaprağın altından kesiniz.
3. En alt sıradaki yaprakları koparınız.
4. Kesilen bitki parçasını içerisinde bir miktar nemli saksı toprağı bulunan kap içerisine yerleştiriniz. Yaprakların gövdeye bağlandığı kısmın toprak yüzeyinin üzerinde kalmasına dikkat ediniz.
5. İşlemi 8-10 kez tekrar ediniz.
6. Her gün oda sıcaklığındaki suyu toprağın üzerine serpiştiriniz. Aşırısı sulama yapmayınız.
7. İki günde bir bitkinin boyunu ölçünüz. lm sonuçlarını veri tablosuna kayıt ediniz.

	Gn1	Gn3	Gn5	Gn7	Gn9	Gn11	Gn13	Gn15	Gn17	Gn19	Gn21
Boy (cm)											

8. Gözlemlerinizi ayrı bir kağıda yazınız (*gzlemlerinizde bitkinin sağlığı, su miktarındaki değişim veya sıcaklık ya da güneş işığındaki değişikliklere yer veriniz*).

Analiz ve Sonuç

1. Yeni yaprak güzeli bitkisini elde ederken hangi üreme yöntemini kullandığınız düşünüyorsunuz?

2. Elde ettiğiniz verileri kullanarak yaprak güzeli bitkisinin günlük boy uzamasını gösteren bir grafik ziniz.

Polenler Nasıl Oluşur

Mayoz vücut hücrelerinde bulunan kromozomların sayısını yarıya düşüren bir hücre bölünmesi şeklindedir. Kromozom sayısındaki bu düşüş eşey hücrelerinin oluşumu sırasında olur ve hücrelerdeki kromozom sayısının nesilden nesile aynı kalabilmesi için gereklidir. Erkek eşey hücreleri bir çiçeğin anterlerinde meydana gelir.

Kazanımlar

Bu araştırmada,

- zambak anterlerinde mayozun aşamalarını gözlemleyecek
- zambak anterlerinde mayozun aşamalarını çizerek etiketleyeceksiniz.

Materyaller

Işık mikroskobu
hazır preparat
bir zambak anteri
çizim kağıdı
renkli kalem

Uygulama

1. Mikroskobu düşük büyötmeye ayarlayarak zambak anterlerinden hazırlanmış hazır preparatı mikroskop tablasına yerleştiriniz.
2. Zambakta mayoz bölünme geçiren hücreleri belirleyiniz.
3. Mayoz bölünme geçiren bir hücre seçip hücrenin hangi mayoz aşamasında olduğunu belirleyiniz.
4. Veri ve analiz kısmında ayrılan alana hücreyi çizin ve mayozun hangi aşamasında olduğunu belirtiniz.
5. Bulabildiğiniz kadar, mayozun değişik aşamalarında bulunana hücreleri gözlemlemeye, hangi aşamada olduklarını belirlemeye ve çizmeye devam ediniz.

Veri ve Analiz

1. Niçin bu gözlemlerde zambak anterlerinin kullanıldığını düşünüyorsunuz?
2. En fazla mayozun hangi aşamasını gözlemlediniz?
3. Anter hücrelerinde görüldüğü şekli ile kromozomları betimleyiniz.
4. Zambak anterlerinde mayozun ana işlevi nedir?

Mayoz Modeli Yapalım

Uygulama

1. Öğretmeninizin size vermiş olduğu materyalleri kullanarak mayoz bölünmeyi konu edinen bir model yapınız.
2. Modelinizi tasarlarken dört kromozomlu bir hücrenin mayoz bölünme geçirdiğini varsayınız.
3. Modelinizde aşamaları mayozda gerçekleşme sırasına uygun olarak düzenlemeye dikkat ediniz.

Analiz

1. Mayozda genetik çeşitliliğin meydana geldiği aşama hangisidir? genetik çeşitliliğin nasıl meydana geldiğini modelinizde gösterebilir misiniz?
2. Kromozom sayısının diploid sayıdan haploid sayıya indiği aşama hangisidir? Modelinizde kromozom sayısının değişikliğe uğradığı aşamalar hangileridir?
3. Mayoz bölünme sonucu kaç hücre oluşur? Bu hücreler mitoz sonucu oluşan hücrelerden hangi yönleri ile ayrılır?

Ek 10 Tablolar

Tablo 141 HBÜÜ kavram testi soru ortalamaları ve varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
1	Öntest	85	2.318	1.082	6.969	0.002	0.348	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.906	0.397	0.297	0.744	0.488	0.000**	
2	Öntest	85	2.047	0.937	1.834	0.166	0.257	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.847	0.476	2.033	0.137	0.450	0.000**	
3	Öntest	85	1.165	0.949	0.241	0.787	0.293	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.447	1.006	0.860	0.427	0.356	0.000**	
4	Öntest	85	2.000	1.662	2.200	0.117	0.232	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.212	1.670	2.626	0.078	0.270	0.000**	
5	Öntest	85	1.612	0.846	4.651	0.012	0.430	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.094	0.366	0.361	0.698	0.531	0.000**	
6	Öntest	85	1.518	1.436	2.170	0.121	0.208	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.812	1.443	0.786	0.459	0.336	0.000**	
7	Öntest	85	1.235	0.959	1.193	0.309	0.246	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.977	0.690	1.953	0.148	0.419	0.000**	
8	Öntest	85	1.000	1.558	3.710	0.029	0.410	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.271	1.331	2.265	0.110	0.265	0.000**	
9	Öntest	85	2.035	1.418	8.559	0.000	0.281	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	3.247	1.022	0.457	0.635	0.299	0.000**	
10	Öntest	85	0.494	0.750	0.223	0.801	0.357	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.259	0.742	2.210	0.116	0.436	0.000**	
11	Öntest	85	0.118	0.359	0.208	0.813	0.523	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.612	1.059	2.951	0.058	0.325	0.000**	
12	Öntest	85	0.306	0.690	4.926	0.010	0.483	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.059	1.459	4.025	0.022	0.378	0.000**	
13	Öntest	85	0.753	0.999	3.450	0.036	0.327	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.529	1.296	0.556	0.576	0.200	0.000**	
14	Öntest	85	1.988	0.932	0.808	0.449	0.214	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.847	0.394	5.208	0.007	0.487	0.000**	
15	Öntest	85	0.200	0.632	1.478	0.234	0.506	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.059	1.375	2.451	0.092	0.379	0.000**	
16	Öntest	85	1.177	0.953	0.520	0.596	0.338	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.106	1.080	0.078	0.925	0.208	0.000**	
17	Öntest	85	0.835	1.271	1.450	0.241	0.392	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.141	1.457	1.880	0.159	0.252	0.000**	
18	Öntest	85	1.671	0.662	8.138	0.001	0.444	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.906	0.548	0.142	0.868	0.427	0.000**	
19	Öntest	85	0.882	1.096	4.289	0.017	0.296	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.635	1.572	0.565	0.571	0.251	0.000**	
Toplam	Öntest	85	23.353	8.754	2.369	0.100	0.061	0.200	Parametrik
	Sontest	85	38.965	7.246	1.363	0.262	0.116	0.006*	Non-parametrik

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 142 Grupların öntest-sontest HBÜÜ kavram testi ortalamalarının karşılaştırılması

		Öntest			Sontest		Z / t	
		N	$\bar{X}/R\bar{X}$	$SS/R\sum$	$\bar{X}/R\bar{X}$	$SS/R\sum$	Değer	P
1	DG1	28	22.34	625.50	34.66	970.50	-3.333	0.001*
	DG2	29	23.91	693.50	35.09	1017.50	-2.987	0.003*
	KG	28	27.95	782.50	29.05	813.50	-0.577	0.564
2	DG1	28	21.68	607.00	35.32	989.00	-3.027	0.002*
	DG2	29	22.72	659.00	36.28	1052.00	-3.302	0.001*
	KG	28	21.91	613.50	35.09	982.50	-0.664	0.001*
3	DG1	28	24.88	696.50	32.13	899.50	-1.624	0.104
	DG2	29	27.76	805.00	31.24	906.00	-0.664	0.507
	KG	28	26.89	753.00	30.11	843.00	-0.489	0.625
4	DG1	28	25.25	707.00	31.75	889.00	-1.665	0.096
	DG2	29	29.19	846.50	29.81	864.50	-0.395	0.693
	KG	28	29.23	818.50	27.77	777.50	-0.554	0.580
5	DG1	28	25.66	718.50	31.34	877.50	-2.226	0.026*
	DG2	29	23.38	678.00	35.62	1033.00	-3.213	0.001*
	KG	28	26.68	747.00	30.32	849.00	-1.867	0.062
6	DG1	28	20.98	587.50	36.02	1008.50	-3.506	0.000*
	DG2	29	22.97	666.00	36.03	1045.00	-2.773	0.006*
	KG	28	22.66	634.50	34.34	961.50	-2.971	0.003*
7	DG1	28	22.21	622.00	34.79	974.00	-3.149	0.002*
	DG2	29	20.40	591.50	38.60	1119.50	-3.754	0.000*
	KG	28	26.21	734.00	30.79	862.00	-0.867	0.386
8	DG1	28	26.59	744.50	30.41	851.50	-0.441	0.659
	DG2	29	25.50	739.50	33.50	971.50	-1.947	0.052
	KG	28	27.91	781.50	29.09	814.50	-0.226	0.821
9	DG1	28	22.29	624.00	34.71	972.00	-3.204	0.001*
	DG2	29	22.24	645.00	36.76	1066.00	-3.018	0.003*
	KG	28	19.61	549.00	37.39	1047.00	-3.090	0.002*
10	DG1	28	15.57	436.00	41.43	1160.00	-4.442	0.000**
	DG2	29	16.93	491.00	42.07	1220.00	-4.307	0.000**
	KG	28	16.14	452.00	40.86	1144.00	-4.479	0.000**
11	DG1	28	17.04	477.00	39.96	1119.00	-4.412	0.000**
	DG2	29	20.33	589.50	38.67	1121.50	-3.959	0.000**
	KG	28	18.54	519.00	38.46	1077.00	-4.045	0.000**
12	DG1	28	24.39	683.00	32.61	913.00	-2.567	0.010*
	DG2	29	25.40	736.50	33.60	974.50	-2.430	0.015*
	KG	28	25.80	722.50	31.20	873.50	-2.161	0.031*
13	DG1	28	22.89	641.00	34.11	955.00	-2.837	0.005*
	DG2	29	23.16	671.50	35.84	1039.50	-2.862	0.004*
	KG	28	25.98	727.50	31.02	868.50	-1.169	0.242
14	DG1	28	20.04	561.00	36.96	1035.00	-3.678	0.000**
	DG2	29	21.86	634.00	37.14	1077.00	-3.491	0.000**
	KG	28	21.86	612.00	35.14	984.00	-3.273	0.001*
15	DG1	28	20.57	576.00	36.43	1020.00	-3.624	0.000**
	DG2	29	27.24	790.00	31.76	921.00	-1.853	0.064

Tablo 49'un devamı

	KG	28	25.96	727.00	31.04	869.00	-2.032	0.042*
16	DG1	28	19.98	559.50	37.02	1036.50	-3.870	0.000**
	DG2	29	24.03	697.00	34.97	1014.00	-2.094	0.036*
	KG	28	22.32	625.00	34.68	971.00	-2.825	0.005*
17	DG1	28	20.79	582.00	36.21	1014.00	-3.676	0.000**
	DG2	29	21.17	614.00	37.83	1097.00	-3.358	0.001*
	KG	28	24.61	689.00	32.39	907.00	-1.993	0.046*
18	DG1	28	25.57	716.00	31.43	880.00	-1.897	0.058
	DG2	29	29.50	855.50	29.50	855.50	-0.289	0.773
	KG	28	25.07	702.00	31.93	894.00	-1.996	0.046
19	DG1	28	22.48	629.50	34.52	966.50	-3.359	0.001*
	DG2	29	27.69	803.00	31.31	908.00	-0.916	0.359
	KG	28	25.45	712.50	31.55	883.50	-2.076	0.038
Toplam	DG1	28	15.80	442.50	41.20	1153.50	-4.624	0.000**
	DG2	29	17.71	513.50	41.29	1197.50	-4.414	0.000**
	KG	28	17.61	493.00	39.39	1103.00	-4.284	0.000**

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 143 HBÜÜ kavram testi öntest-sontest ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

		$\bar{X}/R\bar{X}$			Varyans Analizi		Post Hoc
		DG1	DG2	KG	H/F	P	
1	Öntest	36.80	39.55	52.77	8.543	0.014*	
	Sontest	43.41	43.57	42.00	0.321	0.726	
2	Öntest	45.20	41.72	42.13	0.376	0.829	
	Sontest	45.64	39.03	44.46	2.310	0.315	
3	Öntest	44.41	40.98	43.68	0.360	0.835	
	Sontest	48.43	39.38	41.32	2.684	0.261	
4	Öntest	42.41	43.07	43.52	0.031	0.985	
	Sontest	49.07	41.12	38.88	2.875	0.238	
5	Öntest	45.71	35.91	47.63	5.788	0.055	
	Sontest	43.07	42.97	42.96	0.002	0.999	
6	Öntest	38.80	46.19	43.89	1.427	0.490	
	Sontest	40.27	46.62	41.98	1.234	0.540	
7	Öntest	43.21	33.16	52.98	10.210	0.006*	
	Sontest	41.75	46.93	40.18	0.897	0.412	
8	Öntest	47.04	37.67	44.48	3.169	0.205	
	Sontest	47.96	42.59	38.46	2.340	0.310	
9	Öntest	45.00	41.97	42.07	0.299	0.861	
	Sontest	43.20	43.19	42.61	0.013	0.994	
10	Öntest	39.45	41.31	48.30	2.719	0.257	
	Sontest	46.68	43.45	38.86	2.681	0.262	
11	Öntest	41.66	44.29	43.00	0.570	0.752	
	Sontest	48.38	38.67	42.11	2.763	0.251	
12	Öntest	49.64	38.14	41.39	7.056	0.029*	
	Sontest	49.18	40.33	39.59	1.169	0.316	
13	Öntest	44.27	35.95	49.04	5.046	0.080	
	Sontest	46.02	41.26	41.79	0.673	0.714	
14	Öntest	42.43	41.12	45.52	0.527	0.768	
	Sontest	47.77	40.81	40.50	3.570	0.168	
15	Öntest	39.64	43.90	45.43	2.646	0.266	
	Sontest	52.34	36.90	39.98	8.059	0.018*	
16	Öntest	45.77	43.26	39.96	0.952	0.621	
	Sontest	52.70	37.55	38.95	7.005	0.030*	
17	Öntest	46.91	38.38	43.88	2.419	0.298	
	Sontest	48.04	44.84	36.05	3.851	0.146	
18	Öntest	41.02	49.81	37.93	6.067	0.048*	
	Sontest	43.50	43.48	42.00	0.037	0.964	
19	Öntest	46.27	41.40	41.39	0.862	0.650	
	Sontest	51.95	37.66	39.59	6.089	0.048*	
Toplam	Öntest	23.714	21.586	24.821	1.009	0.369	
	Sontest	57.38	37.55	34.27	14.493	0.001*	

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 144 İBTD kazanımları tutum ortalamaları ve varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
1	Öntest	85	7.953	1.647	0.298	0.743	0.152	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	8.047	1.851	0.671	0.514	0.197	0.000**	
2	Öntest	85	6.659	1.608	0.584	0.560	0.161	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	6.871	1.617	0.190	0.827	0.169	0.000**	
3	Öntest	85	11.200	2.329	0.182	0.834	0.129	0.001*	Non-parametrik
	Sontest	85	10.553	1.899	0.079	0.924	0.123	0.003*	
4	Öntest	85	9.518	1.688	0.287	0.751	0.128	0.002*	Non-parametrik
	Sontest	85	9.706	1.963	0.032	0.968	0.133	0.001*	
5	Öntest	85	5.612	1.186	0.244	0.784	0.205	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	5.588	0.979	2.717	0.072	0.251	0.000**	
6	Öntest	85	9.377	1.669	0.169	0.845	0.141	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	9.118	1.861	0.156	0.856	0.169	0.000**	
7	Öntest	85	5.435	1.973	1.015	0.367	0.202	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	5.671	1.848	1.164	0.317	0.146	0.000**	
8	Öntest	85	5.859	1.567	0.046	0.955	0.242	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	5.929	1.454	1.912	0.154	0.261	0.000**	
9	Öntest	85	10.059	2.037	0.234	0.792	0.159	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	10.094	2.004	0.846	0.433	0.216	0.000**	
10	Öntest	85	9.553	2.447	0.034	0.966	0.116	0.006*	Non-parametrik
	Sontest	85	9.506	1.777	0.336	0.715	0.162	0.000**	
11	Öntest	85	6.082	1.965	0.083	0.920	0.142	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	6.129	1.765	0.302	0.740	0.162	0.000**	
12	Öntest	85	7.647	1.478	0.510	0.602	0.159	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	8.035	1.331	1.538	0.221	0.231	0.000**	
13	Öntest	85	4.824	2.060	0.415	0.662	0.161	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	4.377	1.759	0.364	0.696	0.173	0.000**	
14	Öntest	85	8.247	1.588	2.462	0.092	0.223	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	8.447	1.323	2.597	0.081	0.274	0.000**	
15	Öntest	85	8.012	1.735	0.831	0.439	0.210	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	7.788	1.626	0.955	0.389	0.246	0.000**	
16	Öntest	85	6.953	1.745	1.272	0.286	0.126	0.002*	Non-parametrik
	Sontest	85	7.529	1.461	0.758	0.472	0.179	0.000**	
17	Öntest	85	9.200	1.798	1.146	0.323	0.185	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	9.388	1.619	0.083	0.921	0.177	0.000**	
18	Öntest	85	7.282	1.912	0.229	0.796	0.129	0.001*	Non-parametrik
	Sontest	85	7.506	1.770	0.091	0.913	0.151	0.000**	
19	Öntest	85	5.388	1.820	1.020	0.365	0.126	0.002*	Non-parametrik
	Sontest	85	5.424	1.707	0.291	0.748	0.132	0.001*	
20	Öntest	85	9.106	2.059	1.523	0.224	0.121	0.004*	Non-parametrik
	Sontest	85	9.518	1.974	2.735	0.071	0.132	0.001*	
Toplam	Öntest	85	178.765	24.683	0.488	0.615	0.080	0.200	Parametrik
	Sontest	85	180.259	22.166	0.621	0.540	0.091	0.082	

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 145 Grupların öntest-sontest İBTD ölçeği ortalamalarının karşılaştırılması

		Öntest			Sontest		Z / t	
		N	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	Değer	P
1	DG1	28	28.89	809.00	28.11	787.00	-0.246	0.805
	DG2	29	31.34	909.00	27.66	802.00	-0.745	0.456
	KG	28	26.68	747.00	30.32	849.00	-0.705	0.481
2	DG1	28	26.14	732.00	30.86	864.00	-0.828	0.408
	DG2	29	26.12	757.50	32.88	953.50	-1.324	0.185
	KG	28	29.46	825.00	27.54	771.00	-1.100	0.569
3	DG1	28	30.20	845.50	26.80	750.50	-0.786	0.432
	DG2	29	31.64	917.50	27.36	793.50	-1.100	0.271
	KG	28	32.04	897.00	24.96	699.00	-2.031	0.042*
4	DG1	28	29.66	830.50	27.34	765.50	-0.674	0.500
	DG2	29	27.86	808.00	31.14	903.00	-1.185	0.236
	KG	28	26.59	744.50	30.41	851.50	-0.618	0.537
5	DG1	28	28.59	800.50	28.41	795.50	-0.102	0.918
	DG2	29	29.34	851.00	29.66	860.00	-0.267	0.789
	KG	28	29.29	820.00	27.71	776.00	-0.018	0.985
6	DG1	28	30.00	840.00	27.00	756.00	-0.587	0.557
	DG2	29	27.71	803.50	31.29	907.50	-0.302	0.762
	KG	28	31.00	868.00	26.00	728.00	-1.033	0.302
7	DG1	28	29.20	817.50	27.80	778.50	-0.345	0.730
	DG2	29	29.09	843.50	29.91	867.50	-0.153	0.879
	KG	28	25.27	707.50	31.73	888.50	-1.640	0.101
8	DG1	28	29.21	818.00	27.79	778.00	-0.512	0.608
	DG2	29	29.19	846.50	29.81	864.50	-0.164	0.870
	KG	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-0.660	0.509
9	DG1	28	29.71	832.00	27.29	764.00	-0.560	0.575
	DG2	29	28.40	823.50	30.60	887.50	-0.368	0.713
	KG	28	27.14	760.00	29.86	836.00	-0.525	0.599
10	DG1	28	30.93	866.00	26.07	730.00	-1.061	0.289
	DG2	29	27.26	790.50	31.74	920.50	-1.330	0.183
	KG	28	28.96	811.00	28.04	785.00	-0.041	0.968
11	DG1	28	27.20	761.50	29.80	834.50	-0.796	0.426
	DG2	29	31.84	923.50	27.16	787.50	-0.994	0.320
	KG	28	28.59	800.50	28.41	795.50	-0.830	0.406
12	DG1	28	27.68	775.00	29.32	821.00	-0.726	0.468
	DG2	29	25.33	734.50	33.67	976.50	-1.875	0.061
	KG	28	26.38	738.50	30.63	857.50	-0.790	0.430
13	DG1	28	30.95	866.50	26.05	729.50	-1.313	0.189
	DG2	29	32.38	939.00	26.62	772.00	-1.610	0.107
	KG	28	28.32	793.00	28.68	803.00	-0.262	0.793
14	DG1	28	28.59	800.50	28.41	795.50	-0.219	0.827
	DG2	29	27.22	789.50	31.78	921.50	-0.645	0.519
	KG	28	28.07	786.00	28.93	810.00	-0.241	0.809
15	DG1	28	30.00	840.00	27.00	756.00	-0.875	0.381
	DG2	29	29.05	842.50	29.95	868.50	-0.345	0.730

Tablo 72'nin devamı

	KG	28	31.96	895.00	25.04	701.00	-1.301	0.193
16	DG1	28	22.50	630.00	34.50	966.00	-2.408	0.016*
	DG2	29	29.17	846.00	29.83	865.00	-0.366	0.714
	KG	28	26.95	754.50	30.05	841.50	-0.986	0.324
17	DG1	28	27.68	775.00	29.32	821.00	-0.720	0.471
	DG2	29	28.47	825.50	30.53	885.50	-0.123	0.902
	KG	28	27.98	783.50	29.02	812.50	-0.387	0.699
18	DG1	28	28.11	787.00	28.89	809.00	-0.082	0.935
	DG2	29	26.36	764.50	32.64	946.50	-1.124	0.261
	KG	28	29.82	835.00	27.18	761.00	-0.259	0.795
19	DG1	28	31.50	882.00	25.50	714.00	-1.204	0.229
	DG2	29	28.40	823.50	30.60	887.50	-0.685	0.493
	KG	28	26.96	755.00	30.04	841.00	-0.692	0.489
20	DG1	28	27.88	780.50	29.13	815.50	-0.122	0.903
	DG2	29	26.16	758.50	32.84	952.50	-1.870	0.061
	KG	28	27.21	762.00	29.79	834.00	-0.919	0.358
Toplam	DG1	28	179.179	26.330	183.143	19.871	-0.413	0.683
	DG2	29	179.621	22.079	186.069	21.925	-1.269	0.215
	KG	28	177.464	26.342	171.357	22.543	-1.050	0.303

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 146. İBTD testi öntest-sontest ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

		$\bar{X}/R\bar{X}$			Varyans Analizi		Post Hoc
		DG1	DG2	KG	H/F	p	
1	Öntest	39.46	48.79	40.54	2.562	0.278	DG1=DG2>KG
	Sontest	40.04	42.95	46.02	0.861	0.650	
2	Öntest	42.84	44.64	41.46	0.247	0.884	
	Sontest	45.30	49.98	33.46	7.078	0.029*	
3	Öntest	41.29	44.36	43.30	0.232	0.891	
	Sontest	43.82	45.74	39.34	1.033	0.597	
4	Öntest	47.14	43.57	38.27	1.886	0.389	
	Sontest	41.41	45.55	41.95	0.493	0.782	
5	Öntest	43.02	41.59	44.45	0.208	0.901	
	Sontest	43.45	42.93	42.63	0.018	0.991	
6	Öntest	45.73	36.26	47.25	3.454	0.178	
	Sontest	43.55	42.95	42.50	0.027	0.987	
7	Öntest	44.79	43.43	40.77	0.398	0.820	
	Sontest	39.32	41.53	48.20	2.033	0.362	
8	Öntest	45.38	37.84	45.96	2.080	0.353	
	Sontest	44.05	39.71	45.36	0.943	0.624	
9	Öntest	42.55	46.53	39.79	1.109	0.574	
	Sontest	37.45	48.53	42.82	2.979	0.225	
10	Öntest	46.43	40.00	42.68	0.995	0.608	
	Sontest	39.66	47.21	41.98	1.457	0.483	
11	Öntest	42.68	42.64	43.70	0.034	0.983	
	Sontest	47.95	36.71	44.57	3.266	0.195	
12	Öntest	44.23	41.16	43.68	0.266	0.875	
	Sontest	38.66	46.67	43.54	1.649	0.438	
13	Öntest	39.93	45.43	43.55	0.748	0.688	
	Sontest	34.96	44.84	49.13	5.023	0.081	
14	Öntest	43.16	46.66	39.05	1.445	0.486	
	Sontest	40.38	50.52	37.84	4.650	0.098	
15	Öntest	42.82	44.12	42.02	0.111	0.946	
	Sontest	43.46	50.05	35.23	5.492	0.064	
16	Öntest	34.93	51.31	42.46	6.485	0.039*	
	Sontest	42.96	46.66	39.25	0.652	0.523	
17	Öntest	43.66	41.71	43.68	0.126	0.939	
	Sontest	43.66	42.34	43.02	0.043	0.979	
18	Öntest	48.25	39.95	40.91	1.974	0.373	
	Sontest	47.46	46.21	35.21	4.337	0.114	
19	Öntest	40.02	45.14	43.77	0.675	0.713	DG1<DG2=KG
	Sontest	30.98	48.64	49.18	10.253	0.006*	
20	Öntest	45.70	39.45	43.98	1.002	0.606	DG1=DG2>KG
	Sontest	42.32	43.59	43.07	0.039	0.981	
Toplam	Öntest	179.179	179.621	177.464	0.059	0.943	DG1=DG2>KG
	Sontest	183.143	186.069	171.357	3.717	0.028*	

*(p<0.05), **(p<0.001)

Tablo 147. BABS becerileri testi ortalamaları ve varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
1	Öntest	85	0.612	0.490	1.797	0.172	0.398	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.765	0.427	0.403	0.670	0.474	0.000**	
2	Öntest	85	0.412	0.495	5.864	0.004	0.385	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.553	0.500	1.012	0.368	0.367	0.000**	
3	Öntest	85	0.482	0.503	0.234	0.792	0.349	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.635	0.484	2.646	0.077	0.410	0.000**	
4	Öntest	85	0.353	0.481	11.685	0.000	0.416	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.518	0.503	0.952	0.390	0.349	0.000**	
5	Öntest	85	0.718	0.453	2.443	0.093	0.451	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.765	0.427	2.288	0.108	0.474	0.000**	
6	Öntest	85	0.518	0.503	0.146	0.864	0.349	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.553	0.500	0.424	0.656	0.367	0.000**	
7	Öntest	85	0.459	0.501	0.030	0.971	0.361	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.412	0.495	1.737	0.182	0.385	0.000**	
8	Öntest	85	0.447	0.500	2.369	0.100	0.367	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.506	0.503	0.276	0.759	0.343	0.000**	
9	Öntest	85	0.459	0.501	2.669	0.075	0.361	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.447	0.500	1.012	0.368	0.367	0.000**	
10	Öntest	85	0.635	0.484	0.752	0.475	0.410	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.565	0.499	0.604	0.549	0.373	0.000**	
11	Öntest	85	0.282	0.453	2.191	0.118	0.451	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.435	0.499	0.811	0.448	0.373	0.000**	
12	Öntest	85	0.588	0.495	1.101	0.337	0.385	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.647	0.481	1.437	0.244	0.416	0.000**	
13	Öntest	85	0.235	0.427	0.403	0.670	0.474	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.200	0.402	0.249	0.780	0.490	0.000**	
14	Öntest	85	0.753	0.434	13.614	0.000	0.468	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.647	0.481	0.025	0.975	0.416	0.000**	
15	Öntest	85	0.635	0.484	0.267	0.766	0.410	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.612	0.490	2.142	0.124	0.398	0.000**	
16	Öntest	85	0.400	0.493	0.717	0.491	0.392	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.412	0.495	2.593	0.081	0.385	0.000**	
17	Öntest	85	0.565	0.499	5.203	0.007	0.373	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.647	0.481	4.715	0.012	0.416	0.000**	
18	Öntest	85	0.235	0.427	3.105	0.050	0.474	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.235	0.427	1.860	0.162	0.474	0.000**	
19	Öntest	85	0.529	0.502	0.035	0.966	0.355	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.529	0.502	0.035	0.966	0.355	0.000**	
20	Öntest	85	0.647	0.481	0.568	0.569	0.416	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.624	0.487	1.862	0.162	0.404	0.000**	
21	Öntest	85	0.741	0.441	3.477	0.036	0.463	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.765	0.427	5.452	0.006	0.474	0.000**	
22	Öntest	85	0.600	0.493	2.639	0.078	0.392	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.671	0.473	3.231	0.045	0.428	0.000**	
23	Öntest	85	0.624	0.487	1.230	0.298	0.404	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.659	0.477	3.023	0.054	0.422	0.000**	
24	Öntest	85	0.777	0.419	9.493	0.000	0.480	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.800	0.402	3.181	0.047	0.490	0.000**	
25	Öntest	85	0.541	0.501	0.606	0.548	0.361	0.000**	Non-parametrik

Tablo 101'in devamı

	Sontest	85	0.577	0.497	3.467	0.036	0.379	0.000**	
26	Öntest	85	0.506	0.503	0.038	0.963	0.343	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.541	0.501	0.276	0.759	0.361	0.000**	
27	Öntest	85	0.377	0.487	3.381	0.039	0.404	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	0.353	0.481	1.437	0.244	0.416	0.000**	
Toplam	Öntest	85	14.129	6.015	6.281	0.003	0.130	0.001*	Non-parametrik
	Sontest	85	15.070	5.358	0.810	0.448	0.121	0.004*	

Tablo 148 Grupların öntest-sontest BABSÖ ölçeği ortalamalarının karşılaştırılması

		Öntest			Sontest		Z / t	
		N	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	Değer	p
1	DG1	28	27.50	770.00	29.50	826.00	-0.577	0.564
	DG2	29	26.00	754.00	33.00	957.00	-1.941	0.052
	KG	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-0.378	0.705
2	DG1	28	23.50	658.00	33.50	938.00	-2.357	0.018*
	DG2	29	28.00	812.00	31.00	899.00	-0.832	0.405
	KG	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-1.604	0.527
3	DG1	28	28.50	798.00	28.50	798.00	0.000	1.000
	DG2	29	26.50	768.50	32.50	942.50	-1.604	0.109
	KG	28	25.00	700.00	32.00	896.00	-1.897	0.058
4	DG1	28	24.50	686.00	32.50	910.00	-2.309	0.021*
	DG2	29	25.00	725.00	34.00	986.00	-1.964	0.050*
	KG	28	30.00	840.00	27.00	756.00	-1.890	0.059
5	DG1	28	28.50	798.00	28.50	798.00	0.000	1.000
	DG2	29	27.00	783.00	32.00	928.00	-1.890	0.059
	KG	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-0.816	0.414
6	DG1	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-0.943	0.346
	DG2	29	29.50	855.50	29.50	855.50	0.000	1.000
	KG	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-1.667	0.096
7	DG1	28	30.50	854.00	26.50	742.00	-1.000	0.317
	DG2	29	30.00	870.00	29.00	841.00	-0.243	0.808
	KG	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-1.134	0.257
8	DG1	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-1.000	0.317
	DG2	29	30.00	870.00	29.00	841.00	-0.302	0.763
	KG	28	27.50	770.00	29.50	826.00	-0.577	0.564
9	DG1	28	31.00	868.00	26.00	728.00	-1.291	0.197
	DG2	29	29.00	841.00	30.00	870.00	-0.277	0.782
	KG	28	27.00	756.00	30.00	840.00	-0.302	0.763
10	DG1	28	31.00	868.00	26.00	728.00	-1.213	0.225
	DG2	29	30.00	870.00	29.00	841.00	-0.229	0.819
	KG	28	28.50	798.00	28.50	798.00	-1.342	0.180
11	DG1	28	23.50	658.00	33.50	938.00	-2.673	0.008*
	DG2	29	29.00	841.00	30.00	870.00	-0.258	0.796
	KG	28	27.50	770.00	29.50	826.00	-0.632	0.527
12	DG1	28	29.50	826.00	27.50	770.00	-0.500	0.617
	DG2	29	28.50	826.50	30.50	884.50	-0.500	0.617
	KG	28	26.00	728.00	31.00	868.00	-1.414	0.157
13	DG1	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-0.302	0.763
	DG2	29	29.50	855.50	29.50	855.50	0.000	1.000
	KG	28	29.50	826.00	27.50	770.00	-0.816	0.414
14	DG1	28	32.00	896.00	25.00	700.00	-2.333	0.020*
	DG2	29	30.50	884.50	28.50	826.50	-0.471	0.637
	KG	28	28.50	798.00	28.50	798.00	-1.000	0.317
15	DG1	28	30.50	854.00	26.50	742.00	-0.943	0.346
	DG2	29	29.00	841.00	30.00	870.00	-0.229	0.819

Tablo 102'nin devamı

	KG	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-0.447	0.655
16	DG1	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-0.258	0.796
	DG2	29	29.50	855.50	29.50	855.50	0.000	1.000
	KG	28	27.50	770.00	29.50	826.00	-0.816	0.414
17	DG1	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-1.000	0.317
	DG2	29	31.00	899.00	28.00	812.00	-0.775	0.439
	KG	28	25.50	714.00	31.50	882.00	-1.000	0.317
18	DG1	28	27.00	756.00	30.00	840.00	-1.000	0.317
	DG2	29	29.00	841.00	30.00	870.00	-0.277	0.782
	KG	28	30.50	854.00	26.50	742.00	-1.414	0.157
19	DG1	28	30.50	854.00	26.50	742.00	-1.000	0.317
	DG2	29	29.50	855.50	29.50	855.50	0.000	1.000
	KG	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-1.069	0.285
20	DG1	28	28.50	798.00	28.50	798.00	0.000	1.000
	DG2	29	29.00	841.00	30.00	870.00	-0.302	0.763
	KG	28	30.00	840.00	27.00	756.00	-0.728	0.467
21	DG1	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-0.333	0.739
	DG2	29	29.00	841.00	30.00	870.00	-0.277	0.782
	KG	28	28.50	798.00	28.50	798.00	0.000	1.000
22	DG1	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-0.258	0.796
	DG2	29	29.50	855.50	29.50	855.50	0.000	1.000
	KG	28	25.00	700.00	32.00	896.00	-1.941	0.052
23	DG1	28	30.50	854.00	26.50	742.00	-1.069	0.285
	DG2	29	27.50	797.50	31.50	913.50	-0.894	0.371
	KG	28	27.00	756.00	30.00	840.00	-1.134	0.257
24	DG1	28	29.00	812.00	28.00	784.00	-0.378	0.705
	DG2	29	30.00	870.00	29.00	841.00	-0.277	0.782
	KG	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-1.155	0.248
25	DG1	28	30.00	840.00	27.00	756.00	-0.775	0.439
	DG2	29	29.50	855.50	29.50	855.50	0.000	1.000
	KG	28	25.50	714.00	31.50	882.00	-1.897	0.058
26	DG1	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-0.277	0.782
	DG2	29	29.00	841.00	30.00	870.00	-0.243	0.808
	KG	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-0.277	0.782
27	DG1	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-0.447	0.655
	DG2	29	31.50	913.50	27.50	797.50	-1.000	0.317
	KG	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-0.243	0.808
Toplam	DG1	28	28.45	796.50	28.55	799.50	-0.120	0.904
	DG2	29	28.72	833.00	30.28	878.00	-0.547	0.584
	KG	28	26.50	742.00	30.50	854.00	-0.590	0.555

*0.05 anlamlılık düzeyi

Tablo 149 BABSB testi öntest-sontest ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

		$\bar{X}/R\bar{X}$			Varyans Analizi		Post Hoc
		DG1	DG2	KG	H/F	P	
1	Öntest	45.84	40.45	42.80	0.957	0.620	
	Sontest	42.38	44.21	42.38	0.195	0.907	
2	Öntest	36.13	43.09	49.79	5.902	0.052	
	Sontest	45.30	41.48	42.27	0.51	0.775	
3	Öntest	46.79	40.09	42.23	1.455	0.483	
	Sontest	40.29	42.38	46.36	1.259	0.533	
4	Öntest	34.07	41.19	53.80	13.405	0.001*	
	Sontest	39.21	47.38	42.25	1.201	0.306	
5	Öntest	42.86	40.34	45.89	1.186	0.553	
	Sontest	40.86	45.67	42.38	1.054	0.590	
6	Öntest	37.70	45.91	45.29	2.586	0.274	
	Sontest	42.27	44.41	42.27	0.195	0.907	
7	Öntest	49.30	39.62	40.20	3.666	0.160	
	Sontest	45.23	40.16	43.71	0.878	0.645	
8	Öntest	39.18	44.52	45.25	1.366	0.505	
	Sontest	42.75	40.55	45.79	0.860	0.651	
9	Öntest	50.82	42.55	35.64	7.127	0.028*	
	Sontest	43.73	44.52	40.70	0.360	0.699	
10	Öntest	44.84	42.38	41.80	0.345	0.842	
	Sontest	40.25	43.91	44.80	0.728	0.695	
11	Öntest	40.11	44.19	44.66	0.952	0.621	
	Sontest	48.79	39.16	41.20	3.243	0.198	
12	Öntest	45.32	44.38	39.25	1.355	0.508	
	Sontest	39.79	44.81	44.34	1.041	0.594	
13	Öntest	43.63	41.79	43.63	0.195	0.907	
	Sontest	43.61	43.29	42.09	0.123	0.940	
14	Öntest	48.95	41.78	38.32	4.842	0.089	
	Sontest	42.82	43.34	42.82	0.013	0.994	
15	Öntest	43.32	43.84	41.80	0.150	0.928	
	Sontest	38.25	46.31	44.32	2.300	0.317	
16	Öntest	41.18	43.59	44.21	0.329	0.848	
	Sontest	39.16	43.09	46.75	1.822	0.402	
17	Öntest	37.21	49.78	41.77	5.144	0.076	
	Sontest	39.79	41.88	47.38	2.064	0.356	
18	Öntest	40.59	41.79	46.66	1.764	0.414	
	Sontest	45.14	43.26	40.59	0.892	0.640	
19	Öntest	44.79	45.41	38.71	1.697	0.428	
	Sontest	38.71	45.41	44.79	1.697	0.428	
20	Öntest	41.30	43.34	44.34	0.322	0.851	
	Sontest	42.30	45.81	40.79	0.885	0.642	
21	Öntest	46.41	42.28	40.34	1.538	0.464	
	Sontest	46.93	42.74	39.34	2.461	0.292	
22	Öntest	43.30	46.81	38.75	2.119	0.347	
	Sontest	38.79	43.81	46.38	2.069	0.355	
23	Öntest	45.34	41.41	42.30	0.559	0.756	
	Sontest	37.77	45.78	45.36	2.788	0.248	
24	Öntest	47.95	42.24	38.84	3.740	0.154	
	Sontest	45.43	39.78	43.91	1.675	0.433	
25	Öntest	42.77	44.91	41.25	0.426	0.808	

Tablo 103'nin devamı

	Sontest	36.71	43.41	48.86	4.643	0.098
26	Öntest	44.27	43.48	41.23	0.305	0.859
	Sontest	44.29	43.45	41.25	0.304	0.859
27	Öntest	39.14	46.05	43.70	1.632	0.442
	Sontest	41.66	41.19	46.21	1.041	0.594
Toplam	Öntest	43.55	44.26	41.14	0.250	0.882
	Sontest	39.86	44.00	45.11	0.711	0.701

*0.05 anlamlılık düzeyi

Tablo 150. BTTÇ testi görüş ortalamaları ve varsayımları sınavıcı test sonuçları

		N	$\bar{X}$	S.S.	Levene		KS		Test türü
					Değer	p	Değer	p	
1	Öntest	85	1.377	0.801	6.685	0.002	0.410	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.388	0.846	9.860	0.000	0.430	0.000**	
2	Öntest	85	1.624	0.976	0.070	0.932	0.209	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.753	0.830	3.451	0.036	0.218	0.000**	
3	Öntest	85	1.259	0.888	2.937	0.059	0.391	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.306	0.845	0.165	0.848	0.441	0.000**	
4	Öntest	85	1.059	0.661	1.203	0.305	0.453	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.024	0.511	2.887	0.061	0.471	0.000**	
5	Öntest	85	1.318	1.038	4.926	0.010	0.373	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.200	0.828	2.845	0.064	0.442	0.000**	
6	Öntest	85	1.941	1.228	1.352	0.264	0.359	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.424	1.039	10.951	0.000	0.463	0.000**	
7	Öntest	85	1.977	0.845	1.329	0.270	0.382	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.129	0.704	0.088	0.916	0.356	0.000**	
8	Öntest	85	1.882	0.956	3.673	0.030	0.196	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.894	1.024	0.222	0.801	0.225	0.000**	
9	Öntest	85	1.741	0.833	0.688	0.505	0.328	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.918	0.743	3.758	0.027	0.391	0.000**	
10	Öntest	85	1.141	0.620	0.746	0.478	0.367	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.306	0.578	0.600	0.551	0.337	0.000**	
11	Öntest	85	1.929	0.949	1.323	0.272	0.212	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.000	0.845	1.098	0.338	0.223	0.000**	
12	Öntest	85	1.353	1.043	2.145	0.124	0.256	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.577	1.016	0.244	0.784	0.221	0.000**	
13	Öntest	85	1.494	0.666	0.191	0.826	0.277	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.565	0.645	2.216	0.116	0.327	0.000**	
14	Öntest	85	2.200	0.828	0.150	0.861	0.310	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.035	0.837	0.536	0.587	0.366	0.000**	
15	Öntest	85	1.106	0.512	0.447	0.641	0.441	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.106	0.464	0.209	0.812	0.496	0.000**	
16	Öntest	85	1.694	0.859	0.074	0.929	0.261	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.753	0.925	0.687	0.506	0.251	0.000**	
17	Öntest	85	1.624	0.988	0.093	0.911	0.218	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.588	0.806	0.987	0.377	0.248	0.000**	
18	Öntest	85	1.988	0.970	1.054	0.353	0.228	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.694	0.976	0.289	0.750	0.220	0.000**	
19	Öntest	85	1.482	0.868	4.748	0.011	0.287	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.635	0.871	0.450	0.639	0.250	0.000**	
20	Öntest	85	1.635	0.574	0.985	0.378	0.349	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.612	0.619	0.829	0.44	0.299	0.000**	
21	Öntest	85	1.188	1.139	0.525	0.593	0.216	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.659	1.075	0.109	0.897	0.201	0.000**	
22	Öntest	85	2.424	0.713	0.303	0.739	0.320	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.506	0.701	2.408	0.096	0.371	0.000**	
23	Öntest	85	2.177	0.953	1.128	0.329	0.300	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.071	0.870	3.578	0.032	0.246	0.000**	
24	Öntest	85	1.071	0.593	1.939	0.150	0.359	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.200	0.552	4.966	0.009	0.394	0.000**	
25	Öntest	85	2.200	1.009	5.167	0.008	0.374	0.000**	Non-parametrik

Tablo 138'in devamı

	Sontest	85	2.329	0.956	4.093	0.02	0.406	0.000**	
26	Öntest	85	1.188	0.664	1.076	0.346	0.306	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.271	0.585	0.366	0.695	0.337	0.000**	
27	Öntest	85	1.565	0.747	0.024	0.976	0.293	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.588	0.806	1.257	0.290	0.308	0.000**	
28	Öntest	85	2.177	0.953	1.128	0.329	0.300	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.071	0.870	3.578	0.032	0.246	0.000**	
29	Öntest	85	2.306	0.845	0.641	0.529	0.288	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.294	0.669	1.641	0.200	0.282	0.000**	
30	Öntest	85	1.800	0.936	5.121	0.008	0.361	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.941	0.836	1.550	0.218	0.387	0.000**	
31	Öntest	85	1.635	1.033	2.601	0.080	0.191	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	2.024	0.926	2.221	0.115	0.243	0.000**	
32	Öntest	85	0.871	0.897	4.257	0.017	0.246	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.106	1.035	2.533	0.086	0.222	0.000**	
33	Öntest	85	1.094	1.031	1.053	0.353	0.242	0.000**	Non-parametrik
	Sontest	85	1.000	1.069	1.032	0.361	0.249	0.000**	
Toplam	Öntest	85	53.518	9.922	0.558	0.574	0.079	0.200*	Parametrik
	Sontest	85	55.965	9.149	2.254	0.111	0.091	0.082	

Tablo 151. Grupların öntest-sontest İBTD ölçeği ortalamalarının karşılaştırılması

		Öntest			Sontest		Z / t	
		N	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	$\bar{X}/R\bar{X}$	SS/R Σ	Değer	P
1	DG1	28	24.88	696.50	32.13	899.50	-2.493	0.013*
	DG2	29	31.05	900.50	27.95	810.50	-0.906	0.365
	KG	28	31.14	872.00	25.86	724.00	-1.721	0.085
2	DG1	28	28.34	793.50	28.66	802.50	-0.016	0.987
	DG2	29	28.19	817.50	30.81	893.50	-0.512	0.609
	KG	28	26.61	745.00	30.39	851.00	-0.868	0.385
3	DG1	28	29.84	835.50	27.16	760.50	-0.746	0.456
	DG2	29	26.36	764.50	32.64	946.50	-1.520	0.128
	KG	28	28.89	809.00	28.11	787.00	-0.160	0.873
4	DG1	28	28.02	784.50	28.98	811.50	-0.087	0.931
	DG2	29	32.29	936.50	26.71	774.50	-2.058	0.040*
	KG	28	26.23	734.50	30.77	861.50	-1.465	0.143
5	DG1	28	28.57	800.00	28.43	796.00	-0.760	0.447
	DG2	29	30.67	889.50	28.33	821.50	-1.472	0.141
	KG	28	28.50	798.00	28.50	798.00	-0.319	0.750
6	DG1	28	24.59	688.50	32.41	907.50	-1.896	0.058
	DG2	29	25.98	753.50	33.02	957.50	-2.301	0.021*
	KG	28	27.27	763.50	29.73	832.50	-0.442	0.658
7	DG1	28	25.39	711.00	31.61	885.00	-2.043	0.041*
	DG2	29	29.09	843.50	29.91	867.50	-0.468	0.640
	KG	28	28.89	809.00	28.11	787.00	-0.318	0.751
8	DG1	28	29.41	823.50	27.59	772.50	-0.553	0.580
	DG2	29	28.00	812.00	31.00	899.00	-0.793	0.428
	KG	28	28.25	791.00	28.75	805.00	-0.229	0.819
9	DG1	28	25.59	716.50	31.41	879.50	-1.228	0.219
	DG2	29	28.52	827.00	30.48	884.00	-0.536	0.592
	KG	28	27.29	764.00	29.71	832.00	-0.510	0.610
10	DG1	28	25.48	713.50	31.52	882.50	-1.606	0.108
	DG2	29	26.71	774.50	32.29	936.50	-1.342	0.180
	KG	28	27.75	777.00	29.25	819.00	-0.233	0.816
11	DG1	28	29.79	834.00	27.21	762.00	-0.442	0.658
	DG2	29	29.59	858.00	29.41	853.00	-0.276	0.783
	KG	28	25.86	724.00	31.14	872.00	-1.021	0.307
12	DG1	28	25.32	709.00	31.68	887.00	-1.324	0.186
	DG2	29	26.45	767.00	32.55	944.00	-1.382	0.167
	KG	28	28.96	811.00	28.04	785.00	-0.230	0.818
13	DG1	28	28.68	803.00	28.32	793.00	-0.059	0.953
	DG2	29	26.67	773.50	32.33	937.50	-1.166	0.243
	KG	28	28.04	785.00	28.96	811.00	0.000	1.000
14	DG1	28	30.46	853.00	26.54	743.00	-0.675	0.500
	DG2	29	31.33	908.50	27.67	802.50	-0.645	0.519
	KG	28	29.79	834.00	27.21	762.00	-0.559	0.576
15	DG1	28	28.52	798.50	28.48	797.50	0.000	1.000
	DG2	29	30.76	892.00	28.24	819.00	-0.159	0.873

Tablo 139'un devamı

	KG	28	27.66	774.50	29.34	821.50	-0.277	0.782
16	DG1	28	29.25	819.00	27.75	777.00	-0.211	0.833
	DG2	29	27.59	800.00	31.41	911.00	-1.241	0.215
	KG	28	28.32	793.00	28.68	803.00	0.000	1.000
17	DG1	28	26.88	752.50	30.13	843.50	-0.802	0.423
	DG2	29	30.97	898.00	28.03	813.00	-0.699	0.485
	KG	28	29.18	817.00	27.82	779.00	-0.269	0.788
18	DG1	28	31.66	886.50	25.34	709.50	-1.370	0.171
	DG2	29	32.16	932.50	26.84	778.50	-1.276	0.202
	KG	28	29.79	834.00	27.21	762.00	-0.581	0.561
19	DG1	28	26.75	749.00	30.25	847.00	-0.821	0.412
	DG2	29	23.93	694.00	35.07	1017.00	-2.310	0.021*
	KG	28	31.21	874.00	25.79	722.00	-1.254	0.210
20	DG1	28	29.21	818.00	27.79	778.00	-0.206	0.837
	DG2	29	30.07	872.00	28.93	839.00	0.000	1.000
	KG	28	28.54	799.00	28.46	797.00	-0.229	0.819
21	DG1	28	24.32	681.00	32.68	915.00	-1.832	0.067
	DG2	29	27.78	805.50	31.22	905.50	-0.807	0.420
	KG	28	24.14	676.00	32.86	920.00	-1.738	0.082
22	DG1	28	28.00	784.00	29.00	812.00	-0.122	0.903
	DG2	29	27.69	803.00	31.31	908.00	-1.107	0.268
	KG	28	27.82	779.00	29.18	817.00	-0.164	0.870
23	DG1	28	30.04	841.00	26.96	755.00	-0.385	0.700
	DG2	29	30.14	874.00	28.86	837.00	-0.207	0.836
	KG	28	29.95	838.50	27.05	757.50	-0.677	0.499
24	DG1	28	27.29	764.00	29.71	832.00	-0.832	0.405
	DG2	29	25.88	750.50	33.12	960.50	-1.937	0.053
	KG	28	28.63	801.50	28.38	794.50	-0.182	0.856
25	DG1	28	26.79	750.00	30.21	846.00	-0.970	0.332
	DG2	29	25.14	729.00	33.86	982.00	-2.585	0.010*
	KG	28	31.96	895.00	25.04	701.00	-1.625	0.104
26	DG1	28	29.57	828.00	27.43	768.00	-0.632	0.527
	DG2	29	23.88	692.50	35.12	1018.50	-2.642	0.008*
	KG	28	30.18	845.00	26.82	751.00	-0.736	0.462
27	DG1	28	28.86	808.00	28.14	788.00	-0.168	0.867
	DG2	29	32.07	930.00	26.93	781.00	-1.108	0.268
	KG	28	25.71	720.00	31.29	876.00	-1.274	0.203
28	DG1	28	30.04	841.00	26.96	755.00	-0.385	0.700
	DG2	29	30.14	874.00	28.86	837.00	-0.207	0.836
	KG	28	29.95	838.50	27.05	757.50	-0.677	0.499
29	DG1	28	29.29	820.00	27.71	776.00	0.000	1.000
	DG2	29	29.91	867.50	29.09	843.50	-0.164	0.870
	KG	28	29.73	832.50	27.27	763.50	-0.500	0.617
30	DG1	28	26.00	728.00	31.00	868.00	-1.157	0.247
	DG2	29	31.21	905.00	27.79	806.00	-1.169	0.242
	KG	28	25.95	726.50	31.05	869.50	-1.317	0.188
31	DG1	28	25.18	705.00	31.82	891.00	-1.605	0.109

Tablo 139'un devamı

	DG2	29	24.41	708.00	34.59	1003.00	-2.466	0.014*
	KG	28	27.64	774.00	29.36	822.00	-0.426	0.670
32	DG1	28	24.86	696.00	32.14	900.00	-1.741	0.082
	DG2	29	27.88	808.50	31.12	902.50	-1.052	0.293
	KG	28	28.45	796.50	28.55	799.50	-0.185	0.853
33	DG1	28	30.00	840.00	27.00	756.00	-0.754	0.451
	DG2	29	33.66	976.00	25.34	735.00	-1.799	0.072
	KG	28	25.75	721.00	31.25	875.00	-1.519	0.129
Toplam	DG1	28	53.536	10.769	56.929	7.995	-1.285	0.210
	DG2	29	53.310	10.121	56.621	8.504	-1.329	0.195
	KG	28	53.714	9.165	54.321	10.829	-0.211	0.835

*0.05 anlamlılık düzeyi

Tablo 152. BTTÇ üzerine görüşler formu gruplar arası karşılaştırılması

		DG1	$\bar{X}/R\bar{X}$ DG2	KG	Varyans Analizi H/F p		Post Hoc
1	Öntest	38.07	48.21	42.54	3.570	0.168	DG1=DG2>KG
	Sontest	49.50	44.16	35.30	7.372	0.025*	
2	Öntest	46.00	39.45	43.68	1.127	0.569	
	Sontest	43.79	38.55	46.82	1.857	0.395	
3	Öntest	48.66	35.83	44.77	5.628	0.060	
	Sontest	43.45	43.31	42.23	0.067	0.967	
4	Öntest	42.54	47.90	38.39	4.590	0.101	
	Sontest	43.96	39.81	45.34	2.490	0.288	
5	Öntest	41.89	46.55	40.43	1.219	0.544	
	Sontest	42.50	45.00	41.43	0.536	0.765	
6	Öntest	41.45	46.57	40.86	1.155	0.561	
	Sontest	44.77	47.76	36.30	5.778	0.056	
7	Öntest	42.27	42.22	44.54	0.226	0.893	
	Sontest	49.11	39.97	40.04	3.754	0.153	
8	Öntest	50.29	38.14	40.75	4.165	0.125	
	Sontest	46.23	41.93	40.88	0.813	0.666	
9	Öntest	41.09	49.26	38.43	3.698	0.157	
	Sontest	44.07	47.76	37.00	4.213	0.122	
10	Öntest	42.88	43.38	42.73	0.016	0.992	
	Sontest	45.71	44.69	38.54	1.830	0.400	
11	Öntest	46.82	41.62	40.61	1.130	0.568	
	Sontest	41.84	39.90	47.38	1.569	0.456	
12	Öntest	39.23	44.47	45.25	1.083	0.582	
	Sontest	42.02	48.52	38.27	2.736	0.255	
13	Öntest	45.98	38.57	44.61	1.796	0.407	
	Sontest	42.50	43.36	43.13	0.023	0.988	
14	Öntest	44.20	40.55	44.34	0.543	0.762	
	Sontest	43.32	40.16	45.63	0.956	0.620	
15	Öntest	42.59	45.05	41.29	0.706	0.703	
	Sontest	43.00	41.71	44.34	0.518	0.772	
16	Öntest	43.09	43.16	42.75	0.005	0.998	
	Sontest	39.46	47.14	42.25	1.579	0.454	
17	Öntest	40.59	44.81	43.54	0.475	0.789	
	Sontest	45.48	41.93	41.63	0.49	0.783	
18	Öntest	45.73	39.66	43.73	0.997	0.607	
	Sontest	43.45	38.55	47.16	1.909	0.385	
19	Öntest	42.29	39.33	47.52	1.857	0.395	DG2>KG
	Sontest	43.34	50.76	34.63	6.867	0.032*	
20	Öntest	40.98	42.64	45.39	0.605	0.739	
	Sontest	40.11	42.41	46.50	1.213	0.545	
21	Öntest	43.50	47.83	37.50	2.737	0.254	
	Sontest	46.59	43.14	39.27	1.323	0.516	
22	Öntest	43.41	43.43	42.14	0.064	0.969	
	Sontest	41.95	45.67	41.29	0.706	0.703	
23	Öntest	38.71	42.91	47.38	2.014	0.365	
	Sontest	38.29	44.26	46.41	1.834	0.400	
24	Öntest	42.09	41.97	44.98	0.400	0.819	
	Sontest	40.64	47.88	40.30	2.641	0.267	
25	Öntest	44.02	36.02	49.21	5.422	0.066	

Tablo 140'ın devamı

	Sontest	46.43	46.40	36.05	4.664	0.097	
26	Öntest	46.89	33.41	49.04	8.513	0.014*	
	Sontest	40.79	46.88	41.20	0.117	0.890	
27	Öntest	43.41	47.17	38.27	2.227	0.328	
	Sontest	42.23	39.91	46.96	1.431	0.489	
28	Öntest	38.71	42.91	47.38	2.014	0.365	
	Sontest	38.29	44.26	46.41	1.834	0.400	
29	Öntest	36.25	44.10	48.61	4.357	0.113	
	Sontest	34.39	46.24	48.25	6.606	0.037*	DG1<DG2=KG
30	Öntest	40.79	50.10	37.86	4.894	0.087	
	Sontest	44.52	42.02	42.50	0.232	0.891	
31	Öntest	43.38	44.10	41.48	0.183	0.912	
	Sontest	45.55	48.07	35.20	4.872	0.088	
32	Öntest	46.30	37.78	45.11	2.286	0.319	
	Sontest	50.59	38.33	40.25	4.412	0.110	
33	Öntest	46.23	46.74	35.89	3.83	0.147	
	Sontest	44.45	37.47	47.29	2.686	0.261	
Toplam	Öntest	53.536	53.310	53.714	0.012	0.988	
	Sontest	56.621	54.321	55.965	0.676	0.511	

*0.05 anlamlılık düzeyi

Ek 11. Yazılımlardan Ekran Görüntüleri

Neden Bölünür?

Bir insanla, hemri balığı ve fruk ağacı arasında nasıl bir benzerlik vardır? Cevabı bulduğunuzu düşünürseniz baslat butonuna basınız.

Başlat

Değişik Mikroskoplarla Hücreler

Mikroskop görüntüsünü görmek istediğiniz hücreye veya tek hücreli organizmaya tıklayınız. Değişik mikroskop tiplerinde hücrelerin veya tek hücreli organizmaların nasıl görüldüğünü de inceleyebilirsiniz. Acaba, neden farklı hücreler farklı şekil ve büyüklükte?

İşık Mikroskobu
Taramalı Elektron Mikroskobu
Geçirimsiz Elektron Mikroskobu

E. Coli
Euglena
Polen

E. coli bakterisi 400x büyüme

© Gladden Willis, MD/Visuals Unlimited

Neden Bölünür?

Yüzey Alanı ve Hacim
Bir küp büyüdükçe hacim yüzey alanından daha hızlı artar.

Bir kübün büyüklüğü arttıkça neler olduğunu izleyelim.

Şimdi, büyük bir kübün pek çok küçük parçaya bölünmesini gözlemleyelim. Büyük kübün yüzey alanı 2400 cm² iken 64 küçük kübün toplam yüzey alanı 9600 cm² olur. Ancak, hem büyük kübün hem de küçük küplerin hacmi aynıdır (8000 cm³).

Benzer ilişki vücudumuzdaki hücrelere, dokulara, organlara ve sistemlere uygulanabilir.

Uzunluk (cm)	Yüzey Alanı (cm ²)	Hacim (cm ³)
1	6	1
2	24	8
3	54	27

Değişik Mikroskoplarla Hücreler

Büyük mü büyük? Küçük mü büyük?

Ağır mikroskoplar çıkartarak ortadan ikiye kestirmede aşağıdaki görüntülerle karşılaştırmak istiyorsanız, ağır mikroskop spineli neyeye kadar ilerlediğini renk değişimine bakarak görebiliriz.

Yarar	Yüzey Alanı	Hacim
1	6	1
2	24	8
3	54	27

Yüzey Alanı ve Hacim

Erkinlik Merkezi

Yardımlı Kapat

Hücrelerin Üremesi

Deney Kartı
Çapraz İletkenlik
Kıllıma Ayrı
Kıllıma Ayrı
Ayrıntılı Kal

Zorluk
Zorluk
Zorluk
Zorluk

PUAN
02:152

İnterfazda ortaya çıkan DNA ve proteinlerin genetik kombinasyonu

Hücre çekirdeğinin ve içiçerinin bölünmesi süreci

Hücre bölünmesini uyaran genetik grup

Büyüme faktörü

Mitoz

Büyük mü Büyük, Küçük mü Büyük?

Büyüme ve İyileşme

Doğduğunuzda şimdiki olduğunuzdan çok daha küçük ve hafifsiniz. Şimdi olduğunuz boy ve kiloya nasıl ulaştınız? Nasıl büyüdünüz? Farklı büyüme süreçlerinde veya kolumuz ya da bacağımıza kırıldığında iyileşmeye neden olan nedir? Zamanla kendinize göre bir cevap düşündükten sonra "Baslat" butonuna basınız.

Başlat

Etkinlik Merkezi

Mikroskop Görünümü

Görünümü değiştir
kontrol listes

Başlat

Eğer ilk kez bu simülasyonu kullanıyorsanız, lütfen kontrol ve ayarları değiştirmek için zaman ayırınız.

Seri: 100

100x

Büyüme ve İyileşme

Görsel Lab

Hücrelerde Üreme

Problem
Hücreler çoğalmaya nasıl geçmektedir?

Neler yapacağız?
Bu deneyde laboratuvarımızda değişik tipteki dokuları oluşturan hücrelerin hücre döngülerini benzer ve farklı yönleri araştıracağız.

Kazanımlar
Hücre döngüsünün değişik aşamalarını tanımlayacağız.
Farklı hücrelerin hücre döngüsünde geçirdikleri zaman hesaplayacağız.

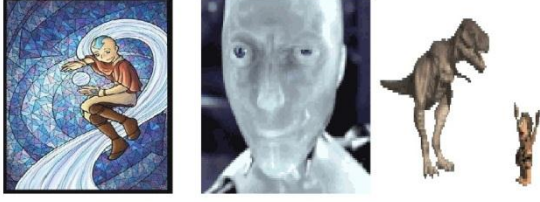
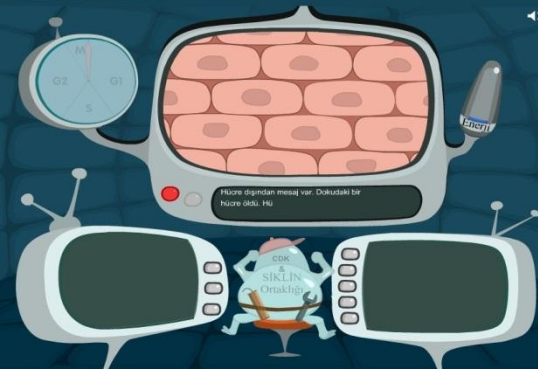
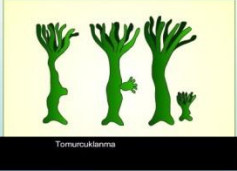
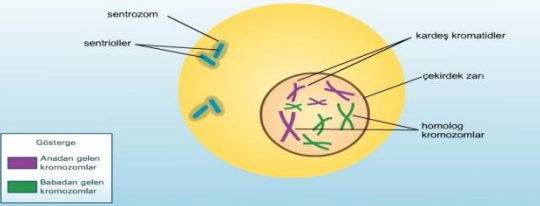
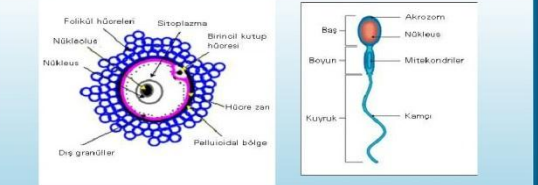
Uygulama
TV'ye tıklayınız. Açılan penceredeki video kontrol edilebilir. Hücre döngüsü ile ilgili videoları izleyiniz.

Risk faktörleri ve kanser
Hücrelerdeki değişiklikler kanser için bir risk faktörüdür. Hücre döngüsünde değişiklikler kanser için bir risk faktörüdür. Hücre döngüsünde değişiklikler kanser için bir risk faktörüdür.

Doku örnekleri mikroskop altında incelemek için biyopsi laboratuvarına sizin için verdiğimiz alan mikroskopu kullanınız. Dokuların yer aldığı kutuyu seçtikten sonra basit

Mikroskop

Görsel Laboratuvar

Kontrol Dışı Siz hiç insanların doğanın elementlerini ele geçirip kullanmak istediği, dinazorların yeniden yürüzünde gezinmeye başladığı ya da bayrollerini robotların oynadığı bir film izlediniz mi? Cevabınız evet ise Başlat butonuna tıklayınız. Başlat 	Hücre Döngüsünün Kontrolü 
Kontrol Dışı Tıpa Tıp Aynı Bikiler pek çok ortak özelliğe sahiptir. Aşağıda görmüş olduğunuz patates, çilek, deve tabanı ve kurdele çiçeği bitkilerinin dördünde de bulunan ortak özellik ne olabilir? Cevabınız bulduysanız BASLAT butonuna basınız. Başlat 	Hücre Döngüsünün Kontrolü Eşeysiz Üreme Eşeysiz üreme, sperm ve yumurtanın bir araya gelmesine gerek olmaksızın yavru bireylerin meydana geldiği üreme biçimidir. Canlılar, eşeysiz olarak üreten birbirinden farklı yöntemler kullanırlar. Yene de, yavruların hepsinde hücre bölünmesi görülür. Ancak bu bakımdan da olduğu prokaryotlar mitoz dışında başka bir hücre bölünmesi ile eşeysiz olarak ürer. Ökaryotlar ise mitoz bölünme ile eşeysiz olarak ürer. Farklı eşeysiz üreme süreçlerini incelemek için başlat butonuna tıklayınız. Başlat 
Tıpa Tıp Aynı Aşılama Bitkiler aşılama yoluyla eşeysiz olarak çoğaltılabilir. Aşılama ve aşı uygulamaları belirli bir uzmanlık gerektirmektedir. Aşılama konusunda bir uzmana danışmak için BASLAT butonuna basınız. Başlat 	Eşeysiz Üreme Farklıyız Sınıfındaki arkadaşlarınıza dikkatlice bakınız. Herhalde arkadaşlarınızdan her biri farklı kiloya, göz rengine ve saç rengine ya da diğer özelliklere sahiptir. Yani arkadaşlarınızdan hiç biri diğerine benzememektedir. Aşılama aşı ve arkadaşlarınızın gördüğünüz özelliklere sahip olmasını nedeni ne olabilir? Cevabınız bulduysanız BASLAT butonuna basınız. Başlat 
Aşılama Mayoz Mayoz diploid (2n) hücrelerden haploid (n) hücreler meydana getiren çekirdek bölünmesi sürecidir. Bu süreçte hücre bölünmesi, mayoz I ve mayoz II olmak üzere iki aşamada gerçekleşir. Aşağıda bu diploid (2n) hücrenin sadeleştirilmiş bir model bulunmaktadır. İnsan hücrelerinde bulunan 23 çift kromozomun aksine bu hücre 4 kromozom çiftine sahiptir. Homolog kromozomların bölüneceği mayoz I aşamasını izlemek için BASLAT butonuna basınız. Başlat 	Farklıyız Mayoz ve Ötesi Mayoz ve Ötesi Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom sayıları ana hücre ile eşittir. Mayoz bölünme sonucunda oluşan eşey hücreleri ana hücrenin yarıya kadar kromozoma sahiptir. Yarıya olan kromozom sayısı döllenme ile tekrar iki katına çıkar. Eşey hücrelerinin oluşum süreci ve döllenme ile ilgili süreçleri incelemek için BASLAT butonuna basınız. Başlat 
Mayoz	Mayoz ve Ötesi

9. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

1981 yılında Çanakkale’de dünyaya geldi. İlköğrenimini İskenderun Kurtuluş İlköğretim Okulunda, ortaöğrenimini Niğde Özel Sungurbey Lisesinde tamamladı. 1998 yılında Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği programını kazandı. 2003 yılında mezun olarak Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Öğretmenliği programında doktora öğrenimine başladı. Aynı yıl Erzurum Atatürk İlköğretim Okulu’nda İngilizce öğretmeni olarak görev yaptı. 2004 yılında Atatürk Üniversitesi, 2008 yılında Rize Üniversitesi (Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi) araştırma görevlisi kadrosunda çalıştı. 2008 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Öğretmenliği programına başladı. 2009 yılında LAUSD (Los Angeles Unified School District) bünyesindeki okullarda fen bilgisi öğretmeni olarak görev aldı. 2009 yılının sonunda KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü araştırma görevlisi kadrosuna atandı. 2011 yılında Daugavpils Üniversitesi, Letonya’da düzenlenen sürdürülebilir kalkınma konulu Erasmus yoğunlaştırılmış programına (Erasmus Intense Program) katıldı. 2012 yılında Tübitak Doktora Dönemi Uluslararası Araştırma Bursu’nu alarak California State University, Long Beach aracılığı ile Los Angeles bölgesindeki ortaokul ve liselerde 12 ay süre ile araştırmalar yürüttü. Halen K.T.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalında araştırma görevlisi olarak görevine devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

Adres : Yılmaz KARA, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, D-Blok, Z-001, Söğütlü, Akçaabat, Trabzon.
E-mail : yilmazkara@ktu.edu.tr
Telefon : 0 462 377 6835