

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
BİYOLOJİ EĞİTİMİ



BİÇİMLENDİRİCİ DEĞERLENDİRME TASARLAMA
ETKİNLİKLERİNİN BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
MODERN GENETİK ÖĞRENME PROGRESYONU TEMELLİ
ALAN BİLGİLERİNE VE PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİNE
ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

NAZLI RUYA TAŞKIN

BALIKESİR, HAZİRAN - 2018

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
BİYOLOJİ EĞİTİMİ



BİÇİMLENDİRİCİ DEĞERLENDİRME TASARLAMA
ETKİNLİKLERİNİN BİYOLOJİ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ MODERN GENETİK ÖĞRENME
PROGRESYONU TEMELLİ ALAN BİLGİLERİNE VE
PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

NAZLI RUYA TAŞKIN

Jüri Üyeleri: **Doç. Dr. Sami ÖZGÜR (Tez Danışmanı)**
Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER
Prof. Dr. Mustafa ÖZKAN
Doç. Dr. Mesut SAÇKES
Doç.Dr. Ahmet KILINÇ

BALIKESİR, HAZİRAN - 2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Nazlı Ruya TAŞKIN tarafından hazırlanan “BİÇİMLENDİRİCİ DEĞERLENDİRME TASARLAMA ETKİNLİKLERİNİN BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MODERN GENETİK ÖĞRENME PROGRESYONU TEMELLİ ALAN BİLGİLERİNE VE PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20.06.2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Biyoloji Eğitimi Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç.Dr. Sami ÖZGÜR

Üye
Prof.Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER

Üye
Prof.Dr. Mustafa ÖZKAN

Üye
Doç.Dr. Mesut SAÇKES

Üye
Doç.Dr. Ahmet KILINÇ



The image shows four handwritten signatures in blue ink, each written on a horizontal dotted line. The signatures are: 1. Sami Özgür, 2. Hüseyin Küçüközer, 3. Mustafa Özkan, and 4. Mesut Saçkes. The signature of Ahmet Kılınç is not visible in the image.

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR

Bu doktora tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2017/026 nolu proje ile ve TÜBİTAK BİDEB 2211 Yurtiçi Lisansüstü Burs Programı ile desteklenmiştir.

ÖZET

**BİÇİMLENDİRİCİ DEĞERLENDİRME TASARLAMA
ETKİNLİKLERİNİN BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MODERN
GENETİK ÖĞRENME PROGRESYONU TEMELLİ ALAN
BİLGİLERİNE VE PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİNE ETKİSİ
DOKTORA TEZİ
NAZLI RUYA TAŞKIN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
BİYOLOJİ EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. SAMİ ÖZGÜR)
BALIKESİR, HAZİRAN - 2018**

Bu doktora tezinin amacı biyoloji öğretmenliği programında son sınıfa devam etmekte olan biyoloji öğretmen adaylarının, modern genetik öğrenme progresyonu çerçevesi temelli alan bilgilerine ve pedagojik alan bilgilerine, biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü adımları izlenerek gerçekleştirilen etkinliklerin etkisini incelemektir. Bu bağlamda araştırmanın iki araştırma problemine nicel ve nitel yöntemler kullanılarak yanıt aranmaya çalışılmıştır. 26 son sınıf biyoloji öğretmenin katıldığı araştırmanın nicel boyutunda çift öntest-sontest yarı deneysel desen, nitel boyutunda ise durum çalışması deseni kullanılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerinin etkinlikler öncesindeki ve sonrasındaki durumunun belirlenebilmesi için “Öğrenme Progresyonu Temelli Modern Genetik Değerlendirme Aracı (ÖPD-MG2)” nın Türkçe formu hazırlanmış ve bu formun 224 biyoloji öğretmen adayına uygulanması ile elde edilen verilerin geçerliği ve güvenilirliği Rasch Analizi ile gösterilmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli pedagojik alan bilgilerinin belirlenebilmesi için ise yarı-yapılandırılmış görüşmeler, etkinlikler sırasında oluşturulmuş içerik gösterimleri ve biçimlendirici değerlendirme problemlerinden yararlanılmıştır. Son sınıf biyoloji öğretmen adayları ile 8 hafta süresince 4 hazırlık etkinliği ve 6 biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliği gerçekleştirilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bulgular biçimlendirici değerlendirme tasarlama temelli bir sürecin biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik alan bilgilerine ve pedagojik alan bilgilerinin doğasına olumlu katkılar sağladığını göstermiştir. Ayrıca, bu doktora tezinin katılımcıları işe koşacak sistematik etkinliklerin geliştirilmesi, etkinlikleri tamamlamak için katılımcılara destek sağlanması, biçimlendirici değerlendirmeleri öğretmenlik hayatlarında nasıl kendileri ve öğrencileri için daha faydalı hale getirebileceklerinin gösterilmesi ve modern genetik konularına öğrenme progresyonu ile daha bütüncül bir açıdan bakmalarının sağlanması yönleri ile modern genetik öğretmen eğitimi çalışmalarına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü, öğrenme progresyonları, alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, modern genetik.

ABSTRACT

THE EFFECT OF FORMATIVE ASSESSMENT DESIGN ACTIVITIES ON BIOLOGY STUDENT TEACHERS' MODERN GENETICS LEARNING PROGRESSION BASED CONTENT KNOWLEDGE AND PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE

PH. D THESIS

NAZLI RUYA TAŞKIN

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

SECONDARY SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

BIOLOGY EDUCATION

(SUPERVISOR: ASSOC.PROF. DR. SAMİ ÖZGÜR)

BALIKESİR, JUNE 2018

This doctoral dissertation study aims to investigate the effect of formative assessment design activities on senior biology student teachers' modern genetics learning progression-based content knowledge and pedagogical content knowledge. Within this context, the study tries to answer two research questions using quantitative and qualitative research methods. The participants of the study are 26 senior biology student teachers in an education faculty in Turkey. Double pretest-post-test quasi-experimental design and case study design are used in the quantitative and qualitative dimensions of the study respectively. To investigate senior biology students' modern genetics learning progression-based content knowledge before and after the activities, "Learning progression-based assessment of modern genetics (LPA-MG) version 2" is adapted to the Turkish language. The Turkish version of the tool is then tested on 224 biology student teachers enrolled in 4 different education faculties in Turkey. Regarding the validity and reliability of data collected from this sample, Rasch Analysis is conducted. In order to track senior biology student teachers' modern genetics learning progression-based pedagogical content knowledge, semi-constructed pre- and post- interviews, content representations (CoRes) and formative assessment probes created by working groups during the activities are used. In the intervention phase of the study, four preparation activities and six formative assessment design cycle activities are completed with working groups.

The findings of the study indicated that formative assessment design cycle activities contributed to senior biology student teachers' modern genetics learning progression-based content knowledge and to the nature of their pedagogical content knowledge. In addition, this study is thought to contribute modern genetics teacher education studies in some aspects such as the development of systematic activities to set the participants to work and support them to complete the activities, showing them how they might be able to benefit from formative assessments in their future teaching and helping them to grasp a holistic view of modern genetics topics with learning progression framework.

KEYWORDS: Formative assessment design cycle, learning progressions, content knowledge, pedagogical content knowledge, modern genetics.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	xiii
1. GİRİŞ	15
1.1 Problem Durumu	15
1.2 Araştırmanın Amacı	21
1.3 Araştırmanın Önemi	21
1.4 Problem Cümlesi	25
1.4.1 Problemler ve Alt Problemler	25
1.5 Sınırlılıklar.....	26
1.6 Sayılıtlar	27
1.7 Tanımlar	27
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	29
2.1 Fen Okuryazarlığı ve Genetik Okuryazarlığı	29
2.2 Gen Modelleri.....	32
2.3 Genetik Öğrenme ve Öğretme ile ilgili Zorluklar	35
2.3.1 Alana-özgü (domain-specific) terminoloji.....	36
2.3.2 Çok düzeyli organizasyon.....	38
2.3.3 Disiplinlerarası – çok disiplinli bilgi transferi	40
2.3.4 Genetiğin soyut doğası.....	42
2.3.4.1 Konuların diziliminden kaynaklı soyutluk.....	43
2.3.5 Diğer faktörler.....	45
2.4 Öğrenme Progresyonları (Learning Progressions)	45
2.4.1 Öğrenme progresyonları ile ilişkili zorluklar.....	54
2.4.2 Öğrenme progresyonlarının temelleri	56
2.4.2.1 Didaktikler ve Öğretme deneyleri.....	58
2.4.2.2 Zihin kuramı (Theory of mind) ve Üstbilişsel gelişim.....	59
2.4.2.3 Kavramsal değişim araştırmaları.....	60
2.4.2.4 Pedagoji.....	64
2.4.2.5 Öğrenme yörüngeleri	67
2.4.3 Öğrenme progresyonları çerçevesi	68
2.4.4 Öğrenme progresyonları ile ilişkili kavramlar	68
2.4.5 Öğrenme progresyonlarının geliştirilmesi	70
2.4.5.1 Tırmandırılmış Yaklaşım veya Tabandan Tepeye Yaklaşım.....	73
2.4.5.2 Manzara Yaklaşımı veya Tepeden Tabana Yaklaşım.....	75
2.4.6 Fen alanlarında geliştirilmiş öğrenme progresyonları	77
2.4.6.1 Biyoloji ve Ekoloji alanlarında geliştirilmiş öğrenme progresyonları	77
2.4.6.2 Genetik Öğrenme Progresyonları.....	78
2.4.6.3 Biyoloji dışındaki alanlarda geliştirilmiş öğrenme progresyonları 90	
2.4.7 Öğrenme progresyonlarının geçerliliği	91

2.4.8	Öğrenme progresyonlarının revizyonu	92
2.4.9	Öğrenme progresyonları ve öğretmen profesyonel gelişimi.....	93
2.4.9.1	Pedagojik Alan Bilgisi (PAB).....	93
2.4.10	Öğretmen eğitiminde pedagojik alan bilgisi	100
2.4.11	Öğrenme progresyonu temelli öğretim materyalleri.....	101
2.4.11.1	Öğrenme Progresyonu Temelli Değerlendirmeler	102
2.5	İlgili Araştırmalar	116
2.5.1	Öğrenme progresyonları ile ilgili çalışmalar	116
2.5.1.1	Biyoloji alanında öğrenme progresyonları ile ilgili çalışmalar..	116
2.5.1.2	Biyoloji dışındaki alanlarda yapılan öğrenme progresyonları çalışmalarını	122
2.5.2	Modern genetik ile ilgili kavram yanılgıları çalışmaları	126
2.5.2.1	K-12 seviyelerinde yapılan çalışmalar	126
2.5.2.2	Üniversite düzeyinde yapılan çalışmalar	130
2.5.2.3	Öğrencilerin Genetik Kavrayışlarını Değerlendirmek için Geliştirilmiş Ölçme Araçları	134
2.5.3	Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) ile ilgili çalışmalar.....	135
2.5.4	Öğrenme progresyonları ve biçimlendirici değerlendirmeler ile ilgili çalışmalar	149
2.6	Kavramsal Çerçevenin Özeti	153
3.	YÖNTEM.....	155
3.1	Araştırmanın Modeli	155
3.2	Araştırmanın Nicel Boyutu	155
3.3	Araştırmanın Nitel Boyutu	156
3.4	Araştırmanın Çalışma Grupları	157
3.5	Deneysel Müdahale Süreci	159
3.5.1	Deney grubunun özellikleri	159
3.5.2	Uygulama süreci ve etkinlikler	160
3.5.2.1	Hazırlık etkinlikleri	161
3.5.2.2	Biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri.....	163
3.5.2.3	Uygulama ortamı.....	163
3.5.2.4	Araştırmacının rolü	164
3.5.3	Veri toplama araçları	164
3.5.3.1	Araştırmanın nicel boyutunun veri toplama araçları.....	165
3.5.3.2	Araştırmanın nitel boyutunun veri toplama araçları	175
3.5.4	Verilerin işlenmesi ve çözümlenmesi	179
3.5.4.1	Nicel verilerin işlenmesi ve çözümlenmesi.....	179
3.5.4.2	Nitel verilerin işlenmesi ve çözümlenmesi	180
4.	BULGULAR ve YORUMLAR.....	182
4.1	Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli İçerik Bilgilerine ait Bulgular	182
4.1.1	ÖPD-MG2'den alınan toplam puanlara ilişkin bulgular.....	182
4.1.2	ÖPD-MG2'de bulunan 12 yapıya ait maddelere ilişkin bulgular ...	183
4.1.2.1	A yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	184
4.1.2.2	B yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	186
4.1.2.3	C1 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	188
4.1.2.4	C2 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	190
4.1.2.5	D yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	191
4.1.2.6	E yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular.....	193
4.1.2.7	F yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular.....	195

4.1.2.8	G1 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	196
4.1.2.9	G2 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	198
4.1.2.10	H yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	200
4.1.2.11	I yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	202
4.1.2.12	J yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular	204
4.2	Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli Pedagojik Alan Bilgilerine ait Bulgular	206
4.2.1	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli öğretim programı bilgilerine ait bulgular	206
4.2.1.1	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğin kapsamı ile ilgili bilgi düzeyleri ile ilgili bulgular	206
4.2.1.2	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının dizilimi ile ilgili bilgi düzeyleri ile ilgili bulgular	219
4.2.1.3	Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik için erişilebilir öğretim programı kaynakları ile ilgili bilgi düzeyleri	226
4.2.2	Biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetikte zorluk yaşadıkları alanlara ilişkin bilgilerine ait bulgular	229
4.2.2.1	Biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki fikirleri ve deneyimlerine ilişkin bilgileri	230
4.2.2.2	Biyoloji öğretmen adaylarının öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin bilgileri	249
4.2.3	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgilerine ait bulgular	253
4.2.3.1	Modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgisine ait ön görüşmelerden elde edilen bulgular	253
4.2.3.2	Modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgisine ait içerik gösterimlerinden elde edilen bulgular	258
4.2.3.3	Modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgisine ait son görüşmelerden elde edilen bulgular	260
4.2.4	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait bulgular	264
4.2.4.1	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait ön görüşmelerden elde edilen bulgular	264
4.2.4.2	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait biçimlendirici değerlendirme problemlerinden elde edilen bulgular	265
4.2.4.3	Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait son görüşmelerden elde edilen bulgular	268
5.	SONUÇ VE TARTIŞMA	273
5.1	Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli Alan Bilgilerine İlişkin Sonuçlar	273
5.2	Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli Pedagojik Alan Bilgilerine İlişkin Sonuçlar	277
6.	ÖNERİLER	287
6.1	Öğretmen Yetiştirmeye Yönelik Öneriler	287
6.2	Araştırmalara Yönelik Öneriler	288
7.	KAYNAKLAR	290
8.	EKLER	337

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Öğrenme Progresyonlarının Geliştirilmesinde Tırmandırılmış Yaklaşımın Grafikselsel Gösterimi.....	74
Şekil 2.2: Öğrenme Progresyonlarına tırmandırılmış yaklaşımın görsel gösterimi	75
Şekil 2.3: Manzara yaklaşımında yinelenmeli süreç	76
Şekil 2.4: Manzara yaklaşımı ile geliştirilen öğrenme progresyonunun grafik gösterimi.....	77
Şekil 2.5: DNA'nın bir organizmadaki özellikleri belirleme ve bir nesilden diğere bilgi aktarma rolünü kavramaya ait fikirlerin progresyonunu gösteren harita (Roseman vd., 2006, s.6).....	80
Şekil 2.6: Öğrenme Progresyonun K-5 Segmentinin Grafikselsel Gösterimi (Elmesky, 2012, s. 7)	88
Şekil 2.7: Öğrenme Progresyonun 6-8. Düzeyler Segmentinin Grafikselsel Gösterimi (Elmesky, 2012, s. 7).....	89
Şekil 2.8: Öğrenme Progresyonun 9-12. Düzeyler Segmentinin Grafikselsel Gösterimi (Elmesky, 2012, s. 8).....	89
Şekil 2.9: Grossman'ın (1990) pedagojik alan bilgisi modeli	95
Şekil 2.10: Veal ve MaKinster (1999) hiyerarşik öğretmen bilgisi modeli.....	99
Şekil 2.11: Fen Öğretmenlerinin Değerlendirme Okuryazarlığına ilişkin bir model (Abell & Siegel, 2011)	104
Şekil 2.12: Biçimlendirici değerlendirme ve öğrenme progresyonları arasındaki ilişki (Furtak, 2012).....	109
Şekil 2.13: Beş Adımlı Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (Furtak & Heredia, 2014).....	111
Şekil 2.14: Dört Adımlı Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (BDTD) (Furtak & Heredia, 2016)	111
Şekil 2.15: DANS maddesi ve İlke 4: Özelliklerin Orjini-Genetik Mekanizmalar/Rastgele Mutasyonlar boyutu ilişkisi	151
Şekil 3.1: Araştırmanın Nicel Boyutunun Deneysel Deseni (Tek gruplu çift ön test-son test desen)	156

Şekil 3.2: Araştırmanın Çalışma Gruplarında İzlenen Süreç.....	158
Şekil 3.3: Uygulama ortamının kuşbakışı çizimi.....	164
Şekil 3.4: Madde ve Kişi Haritası (Wright Map)	174
Şekil 3.5: Biyoloji Öğretmen Adaylarının Oluşturdukları İçerik Gösterimleri Örneği.....	178
Şekil 4.1: ÖPD-MG2'den alınan toplam puanlara ilişkin kutu grafiği.....	183
Şekil 4.2: Çalışma gruplarının oluşturdukları içerik gösterimlerinden öğretimsel stratejilere yönelik örnekler.....	260
Şekil 4.3: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sırasında yaptıkları prob analizi örneği.....	268

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Modern Genetik Öğrenme Progresyonu (Duncan vd., 2009, s.660) ...	81
Tablo 2.2: Günlük Gökyüzü Hareketleri için Yapı Haritası (Plummer, 2012)...	125
Tablo 2.3: Öğrencilerin genetik kavrayışlarını değerlendirmek için geliştirilmiş güncel ölçme araçları	134
Tablo 3.1: Deneysel Müdahale Gruplarının Özellikleri.....	160
Tablo 3.2: Çalışmada gerçekleştirilen etkinliklerle ilgili bilgiler	161
Tablo 3.3: Modern Genetik Yapıları (Todd & Romine, 2016, s. 1678).....	166
Tablo 3.4: Progresyonun taslağı ve seviyelerin özet tanımları.....	170
Tablo 3.5: Kişi ve madde ölçümlerinin özet istatistikleri	173
Tablo 3.6: Fen öğretmenlerinin Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) boyutları ve kategorileri (Schneider ve Plasman'dan (2011) adapte edilmiştir)...	181
Tablo 4.1: ÖPD-MG2'den alınan ortalama puanların testlere dağılımı	182
Tablo 4.2: A yapısına ait betimleyici istatistikler	185
Tablo 4.3: A yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	185
Tablo 4.4: Çoklu karşılaştırmaları için post hoc testi sonuçları (A yapısı).....	186
Tablo 4.5: B yapısına ait betimleyici istatistikler.....	186
Tablo 4.6: B yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	187
Tablo 4.7: Çoklu karşılaştırmaları için post hoc testi sonuçları (B yapısı).....	187
Tablo 4.8: C1 yapısına ait betimleyici istatistikler.....	188
Tablo 4.9: C1 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	189
Tablo 4.10: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (C1 yapısı)	189
Tablo 4.11: C2 yapısına ait betimleyici istatistikler.....	190
Tablo 4.12: C2 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	191
Tablo 4.13: D yapısına ait betimleyici istatistikler	191
Tablo 4.14: D yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	192

Tablo 4.15: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (D yapısı).....	192
Tablo 4.16: E yapısına ait betimleyici istatistikler	193
Tablo 4.17: E yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	194
Tablo 4.18: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (E yapısı)	194
Tablo 4.19: F yapısına ait betimleyici istatistikler	195
Tablo 4.20: F yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	196
Tablo 4.21: G1 yapısına ait betimleyici istatistikler	197
Tablo 4.22: G1 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	197
Tablo 4.23: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (G1 yapısı).....	198
Tablo 4.24: G2 yapısına ait betimleyici istatistikler	198
Tablo 4.25: G2 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	199
Tablo 4.26: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (G2 yapısı).....	200
Tablo 4.27: H yapısına ait betimleyici istatistikler	200
Tablo 4.28: H yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	201
Tablo 4.29: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (Hyapısı).....	201
Tablo 4.30: I yapısına ait betimleyici istatistikler	202
Tablo 4.31: I yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	203
Tablo 4.32: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (I yapısı)	203
Tablo 4.33: J yapısına ait betimleyici istatistikler.....	204
Tablo 4.34: J yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	205
Tablo 4.35: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (J yapısı)	205
Tablo 4.36: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgi düzeyleri	207
Tablo 4.37: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamına ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgi düzeyleri	209
Tablo 4.38: Çalışma gruplarının modern genetik konularının kapsamı ve derinliğine ilişkin öğretim programı bilgileri.....	213

Tablo 4.39: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgi düzeyleri	215
Tablo 4.40: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamına ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgi düzeyleri	216
Tablo 4.41: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde tercih ettikleri konuların dizilimi ile biyoloji dersi öğretim programının karşılaştırılması	220
Tablo 4.42: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde modern genetik konularındaki sıralamalarının nedenleri.....	222
Tablo 4.43: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında tercih ettikleri konuların sıralaması ile biyoloji dersi öğretim programının karşılaştırılması	224
Tablo 4.44: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında modern genetik konularındaki sıralamalarının nedenleri.....	225
Tablo 4.45: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde modern genetik konuları için kullanabilecekleri öğretim programı kaynaklarına ilişkin bilgileri	227
Tablo 4.46: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında modern genetik konuları için kullanabilecekleri öğretim programı kaynaklarına ilişkin bilgileri	228
Tablo 4.47: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışlarına ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgileri.....	236
Tablo 4.48: Çalışma gruplarının modern genetik konularında öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarına ilişkin bilgileri	238
Tablo 4.49: Modern genetik öğrenme progresyonu yapıları için biyoloji öğretmen adaylarının belirledikleri kavram yanlışları.....	240
Tablo 4.50: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışlarına ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgileri	248
Tablo 4.51: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgileri ve zorluk nedenleri	250

Tablo 4.52: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgileri ve zorluk nedenleri	252
Tablo 4.53: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğretim stratejilerine ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgileri.....	254
Tablo 4.54: Çalışma gruplarının modern genetik konularına ilişkin öğretimsel strateji bilgileri	259
Tablo 4.55: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğretimsel stratejilere ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgileri.....	261
Tablo 4.56: A1 yapısına ilişkin biçimlendirici değerlendirme probunun öncesi, sonrası ve uygulama örneği.....	267

ÖNSÖZ

Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerinin ve pedagojik alan bilgilerinin doğasının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu doktora tezi, hazırlanma sürecinde karşılaşılan olumlu olumsuz tüm durumlara rağmen titizlikle, gayretle ve her şeyden önemlisi emekle sürdürülüp nihayete erdirilen bir sürecin ürünüdür.

Öncelikle, yüksek lisansımı birlikte tamamlayıp, doktora öğrenimime de beraber başladığım, sadece biyolojinin mucize dolu yanlarını öğrenmemi değil hayata dair tökezlediğim her şeyi aşabilmem için emekli olduktan sonra bile her zaman ihtiyaç duyduğum desteği sağlayan, hocam demekten gurur duyduğum Yrd.Doç.Dr. Osman YILDIRIM'a şükran dolu teşekkürlerimi sunuyorum. Canım hocam, siz olmasaydınız ben bugün bu kadar güçlü hissedemezdim.

Çoğu kişinin cesaret edemeyeceği şeyi göze alıp, yarım bir doktora tezinin danışmanı olmayı kabul eden, tüm bu süreç boyunca beni motive ederek daha sağlam ilerlememi sağlayan, katkılarıyla tezimin son haline gelmesinde büyük emeği olan, insan ilişkilerini, azmini ve zekasını daima örnek aldığım danışmanım Doç.Dr. Sami ÖZGÜR'e teşekkür ederim.

Tez izleme komitesi toplantılarında değerli önerileri ve eleştirileriyle tezimin adım adım ilerlemesini sağlayan, ne zaman kapısını çalsam geri çevirmeyen değerli hocam Prof.Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER'e ve doktora ders döneminden beri kendisinden bir şeyler öğrenme fırsatı bulabildiğim için kendimi şanslı saydığım, akademik kişiliğini daima örnek aldığım değerli hocam Doç.Dr. Mesut SAÇKES'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Tez savunması öncesinde her zaman desteğe hazır olduğunu söyleyerek beni rahatlatan, yedek jüri olmasına rağmen tez savunma sınavıma gelerek değerli katkıları ve gülümsemesiyle beni yalnız bırakmayan sevgili hocam Dr. Öğr.Üyesi Burcu GÜNGÖR CABBAR'a çok teşekkür ederim.

Tezimin sonuçlanmasına katkıda bulunarak tez savunma sınavıma gelen, eleştirileri ve önerileriyle ufku açan, kendilerini tanımaktan büyük mutluluk duyduğum hocalarım Prof.Dr. Mustafa ÖZKAN ve Doç.Dr. Ahmet KILINÇ'a teşekkür ederim.

Hayatımda ilk kez yalnız çıktığım Amerika yolculuğumun gerçekleşmesi için bana davet mektubu gönderen, oradayken hem akademik kimliğiyle hem insanlığıyla bana ailemin yokluğunu hissettirmeyen Wright State Üniversitesi hocalarından Dr. Lisa KENYON ve ailesine; aynı konuda çalıştığımız ve aynı laboratuvarında 6 ay geçirdiğimiz, bu tezi daha kolay bitirmem için bütüm iletişim kanallarıyla ulaştığımda her soruma her an cevap veren Dr.Amber TODD'a; bu süreçte benden akademik desteğini esirgemeyen Dr. William ROMINE'a bu deneyim ve yardımlaşma için çok teşekkür ederim.

Tez dönemimin en kolay şekilde bitmesi için beni her zaman destekleyen, bir bilim insanının nasıl olması gerektiğini herkese kanıtlayan bölüm başkanı hocam Prof.Dr. Tuncay DİRMENCİ'ye; bölüm işlerinde birlikte çalışırken her şeyin daha kolay olmasını sağlayan Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Dr. Taner ÖZCAN ve Alper KABACA'ya teşekkürlerimi sunarım.

KPSS hazırlığında olmalarına rağmen bu çalışmada yer almaya gönüllü olan Necatibey Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği 2017 mezunu sevgili biyoloji öğretmen adaylarına; Doktora programı boyunca sunduğu burs imkânı ile beni maddi olarak destekleyen TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na; Doktora Araştırma Bursu imkânı sunarak araştırmamın 6 ayını

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapmamı sağlayan Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Bu süreçte dostluğun ve yardımlaşmanın önemini daha iyi kavradım. Anladım ki bazen sizin için kendi işlerinden fedakârlık eden, bazen hiçbir şey yapamasa da yardıma hazır olduğunu bilmenin bile güç verdiği insanların yanınızda olması paha biçilemez. Doktora ders döneminde birlikte sabahladığım, sonrasında iyi-kötü her günümde, her zorlukta yanımda olan, bazen benim tezimi benden çok düşünen canım arkadaşım Arş.Gör.Dr. Sinem GÜÇHAN ÖZGÜL'e; gece gündüz her an biyolojiyle ilgili aklıma takılan her şeyi sorabildiğim, saatlerce telefonda analiz yapabildiğim can dostum Aysun SICAKER'e; her an her saat bana evlerinin kapılarını açan, İzmir'imizden uzakta İzmir'i yaşatan dostum Derya YENİ'ye; tez yazma dönemimde yuvaya dönen, sakinliğiyle ve çalışkanlığıyla her şeye yetişen sevgili oda arkadaşım Arş.Gör.Dr. Emine Feyza AKTAŞ'a; gerek yüksek lisansında gerek doktora ders dönemimizde her derste her koşulda takım arkadaşı nasıl olunur sorusunun cevabı olan arkadaşım Hakan ŞENEL'e; savunma sınavı öncesinde ve o gün beni yalnız bırakmayarak stresimin azalmasını sağlayan arkadaşlarım Arş.Gör.Dr. Ayşe Zeynep ŞEN, Arş.Gör. Güliz ŞAHİN ve Arş.Gör. Ayşegül MESTER YILMAZ'a; elimde bilgisayar sürekli bir sorunla peşinden ayrılmadığım, her zaman yardıma hazır olduğunu hissettiğim insanlardan olan arkadaşım Dr.Öğr.Üyesi Zeynel Abidin MISIRLI'ya; aynı odayı paylaşmaya başladığımız günden itibaren her soruma bilgeliğiyle cevap veren ve uyum sağlamama yardımcı olan arkadaşım Dr.Öğr. Üyesi Selcen GÜLTEKİN'e çok teşekkür ederim. Doktora döneminin sonlarında, belki de en yoğun dönemde tanıştığım Gökhan BEDİZEL'e, bu süreçte hep yanımda olduğu ve desteği için ve her şey için teşekkür ederim.

Bu yoğunlukta yeterince vakit ayıramadığım, sevgisini, ilgisini, güvenini hissettirerek beni hep bir adım öteye taşıyan canım annem Saime TAŞKIN'a, bu senin kardeşin diye kucağına verildiğim günden bugüne ablam değil ikinci annem olan canım ablam Dr. Suna TAŞKIN AKSAKAL'a; yeğenden öte kardeşlerim İrem Nur AKSAKAL ve Ezgi Sena AKSAKAL'a sonsuz sevgimle birlikte minnetlerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum. Bugün kendi ayakları üzerinde durabilen bir insan olabilmemde en büyük pay sahibi olan, bedenen yanımızda olamasa da her gün ruhunun, kalbinin, düşüncelerinin bir parçasını yanımızda hissettiğimiz rahmetli abim Güven TAŞKIN'a sevginin tanımı olduğu için teşekkür ederim. Annem, ablam, abim, bu tezi size ithaf ediyorum!

1. GİRİŞ

Bu bölümde bu doktora tezinin problem durumuna, araştırmanın amacına, önemine, problemlerine ve alt problemlerine, sınırlılıklarına, sayılıtlarına ve tezde bahsedilen temel kavramların tanımlarına yer verilmektedir.

1.1 Problem Durumu

Bilimsel gelişmelerin hızlı, olguların karmaşık ve biriken bilgi miktarının göz korkutucu olduğu alanlarda öğrencilerin bilim okuryazarı olmasına yardımcı olmak oldukça zordur (Duncan, Rogat & Yarden, 2009). Modern genetik de son yüz yılda meydana gelen sayısız bilimsel ve teknolojik gelişmeyle birlikte bu alanlara örnek olarak verilebilir. Avery ve arkadaşlarının deneyleriyle DNA'nın genetik materyal olarak öne sürülmesi (Avery, MacLeod & McCarty, 1944) ve Watson ve Crick'in DNA'nın yapısını aydınlatması (Watson & Crick, 1953), insanoğlunun gen haritasının çıkarılması, klonlama, yeni ilaçlar ve kanser terapileri, genetiği değiştirilmiş organizmalar, kök hücre araştırmaları, genetik testler gibi çığır açan gelişmelere paralel olarak moleküler biyolojinin köşe taşı sayılan genetik bilimi her geçen gün günlük hayatımızla daha da iç içe geçmektedir. Bu sebeple çevre, endüstri, ziraat, sağlık ve teknoloji gibi birçok alanda bireylerin, kanun koyucuların, politikacıların etkili karar verebilmesi için genetik bilgisi oldukça önemli hale gelmektedir. Ancak yapılan birçok araştırma (örn: Banet & Ayuso, 2000; Nur-Güngör & Özkan, 2017; Longden, 1982; Lewis, Leach & Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad & Stavy, 2000; Tsui & Treagust, 2003; Smith & Knight, 2012; Venville & Treagust, 1998) genetik öğrenme ve öğretmenin doğası gereği zor olduğunu göstermektedir. Genetik öğretimi Türkiye ve ABD gibi ülkelerde ortaokul düzeyinde başlamasına rağmen birçok öğrenci zorunlu öğretimden genetiğin tüm alanlarını temel düzeyde kavramadan ayrılmakta ve alanın birçok merkezi fikriyle ilgili alternatif kavramlara sahip olmaktadır (Shea, Duncan & Stephenson, 2014). Genetik eğitimcileri bu zorlukları genellikle kullanılan teknik dilin kavramlarla etkileşimi zorlaştırmasına ve genetiği anlamanın

moleküler, hücresel, organizma ve popülasyon düzeylerinde ölçeklerde düşünmeyi gerektirmesine bağlamaktadırlar (McElhinny, Dougherty, Bowling & Libarkin, 2014). Ancak dikkatlice ve alandaki gelişmelere paralel olarak tasarlanmış bir öğretim süreci ve yetkin öğretmenlerin desteği ile öğrenciler genetikle ilgili daha derinlemesine kavrayışlar elde edebilirler (Duncan vd., 2009). Bu görevin üstesinden gelerek daha etkin rehberler olabilmeleri için ise öğretmenlerin, öğrencilerin bir konu alanında ilerleyebileceği hem öğretim hem de değerlendirmeyi temele alan yolları anlamaları gerekmektedir (Heritage, 2008).

Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı yöntem-tekniklerin ve kavramsal değişim yaklaşımının da ön gördüğü gibi öğrenme, hâlihazırda bilinen bilginin ışığında yeni bilgiyi anlamlandırma sürecidir ve buradaki algılanışıyla öğrenme doğası gereği ilerlemeyi içerir (Heritage, 2008). Bu gelişimsel ilerleme öğrencilerin sahip oldukları bilgileri, doğal çevrelerine karşı meraklarından başlayarak, doğal olgulara ilişkin tutarlı ve daha gelişmiş ön-kavramalara doğru dereceli olarak yapılandırmalarına yardımcı olur (NRC Framework, 2012). Son yıllarda fen eğitimi araştırmacıları kökenlerinin yapılandırmacılıktan ve kavramsal değişim teorisinden alan “Öğrenme Progresyonları (Learning Progressions/LPs)” çalışmalarına odaklanmaktadır. Öğrenme progresyonları (ÖP); öğrencilerin merkezi bilimsel kavramlara, açıklamalara ve ilgili bilimsel pratiklere yönelik anlayışlarının ve bunları kullanma becerilerinin gelişimsel olarak zamanla nasıl ilerlediğini temsil eden deneysel temelli ve test edilebilir hipotezler olarak tanımlanmaktadır (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Smith ve Wiser’a göre (2015) “Öğrenme Progresyonları Hareketi” çok sayıda, parça parça, sadece ayrıştırılmış disiplinler bilgisine dayalı, parçaların kısmen gelişigüzel bir biçimde farklı seviyelere atandığı ve alan bilgisinin ve uygulamaların ilkeler olmaksızın entegrasyonunun bölük pörçük ve üstünkörü öğrenmeye neden olması ile oluşan memnuniyetsizliğe yanıt olarak doğmuştur. Öğrenme progresyonlarına (ÖP) son yıllarda gitgide artan bu ilgi, öğrenme progresyonlarının, öğrenme ile ilgili araştırmalar ile sınıf içi uygulamalar arasında bir köprü olma niteliğinden ileri gelmektedir (Salinas, 2009). Kobrin, Larson, Cromwell ve Garza’ya (2015) göre öğrenme progresyonlarının potansiyel kullanım alanları (a) standartların geliştirilmesi, (b) öğretim programlarının geliştirilmesi, (c) geniş kapsamlı sonuç değerlendirmelerin

tasarlanması, ve (d) biçimlendirici değerlendirme ve öğretime temel oluşturulması ile öğretmen hazırlama, uygulama ve profesyonel gelişime destek olunmasıdır.

Duncan ve Hmelo-Silver'a (2009) göre Öğrenme Progresyonları (ÖP) dört ana özelliğe sahiptir. Bunlar; (1) birkaç temel ve disipline ait fikre ve pratiğe odaklanması, (2) öğrenciler progresyona girdiklerinde sahip oldukları bilgi ve becerilerle ilgili bilinenlerle, progresyonun sonunda ne bilmeleri ve yapmaları beklendiği ile sınırlı olması, (3) iki sınır arasındaki ara basamakları tanımlaması (ara basamaklar öğrencilerin düşünceleri ile ilgili araştırmalar ve progresyonlarla ilgili deneysel çalışmalardan elde edilir) ve (4) hedeflenen öğretim ve öğretim programı arasında köprü kurmasıdır. Bu bağlamda öğrenme progresyonları, belirli bir öğretim programını reçete etmeden öğretmenlerin üretken noktaları tespit etmelerine yardımcı olur. Aynı zamanda öğrencilerin nerde olduklarını ve nereye gideceklerini ortaya sererek tek bir öğretim hedefinden daha geniş bir görüş sağlar (Alonzo, 2011).

Her disiplinde öğrencilerin yaygın olarak zorluk yaşadığı ve kavram yanlışlarına sahip oldukları bazı kritik alanlar vardır. Alanyazında var olan öğrenme progresyonları bu zorluklar göz önüne alınarak genellikle önemli merkezi fikirler çevresinde geliştirilmiş, uygulanmış ve revize edilmiştir. Karbon döngüsü (Anderson, Mohan & Sharma, 2005), evrimin bileşenleri (Catley, Lehrer & Reiser, 2005) ve genetik (Duncan, Rogat & Yarden, 2009; Elmesky, 2012; Roseman, Caldwell, Gogos & Kurth, 2006) gibi öğrenme progresyonları bunlara örnek olarak verilebilir. Genetik öğrenme progresyonu çerçevelerinden birini geliştiren Duncan vd.'ne (2009) göre tüm öğrenciler dikkatlice tasarlanmış öğretim ve yetkin öğretmenlerin desteği ile genetikle ilgili daha derinlemesine öğrenme sağlayabilirler. Genetik öğrenme progresyonu ile bu alanda az sayıda bir takım merkezi fikrin belirlenerek öğrencilere genetikteki olguları ve sorunları anlamaları için tutarlı bir çerçeve sunulması öngörülmektedir.

Nispeten yeni ve gelişmekte olan öğrenme progresyonları araştırmaları birçok anlamda umut vadediyor olsa da bazı araştırmacılar öğrenme progresyonlarının sayıltılarını ve zorluklarını tartışarak dikkatli ele alınmasının gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Gotwals & Alonzo (2012) öğrenme progresyonlarının teoriden pratiğe geçirilmedikçe çıkarımsal ve hipotetik olduğunu

belirterek bu durumun öğretmenlerin profesyonel açıdan gelişmelerinde bir zorluk yarattığının altını çizmektedirler. Alonzo (2012) da, öğrenme progresyonlarının, eğitim sisteminin çeşitli seviyelerinde biçimlendirici ve genel değerlendirme arasında bağlantı kurmayı ve öğretim programı, öğretim ve değerlendirme arasındaki uyumu teşvik ederek, öğretmenlere biçimlendirici değerlendirme uygulamaları yapmak için destek olduğunu belirtmektedir. Çünkü öğrenme yörüngesi temelli geliştirilen değerlendirmeler daha tanılayıcı özelliktedir ve özünde geleneksel değerlendirmelerden farklıdır (Alonzo, Neidorf ve Anderson, 2012). Öğrenme progresyonu temelli etkinlikler ve değerlendirmeler araştırmacıların bulgularının kullanışlı, pratik ve gerçekçi olup olmadığını anlamasına yardımcı olduğundan öğrenme progresyonu araştırmalarının ayrılmaz bir parçasıdır.

Furtak, Thompson, Braaten ve Windschitl'e (2012) göre öğrenme progresyonları çerçeveleri öğrencilerin bir konuyla ilgili anlayışlarını içerik ve/veya pratikler anlamında desteklese de öğretmenlerin uygulayıcılar olarak gelişme yollarını tanımlamamaktadır. Buna göre öğretmenlerin profesyonel gelişmelerinin öğrenme progresyonları yoluyla geliştirilebileceğini belirterek bu gelişme yollarını tanımlamaktadırlar. Bu noktada sınıf ortamında biçimlendirici değerlendirmelerin öğretmenler tarafından nasıl etkin bir şekilde kullanılabilirliği vurgulanmaktadır. Biçimlendirici değerlendirmeler, öğrenme süreci boyunca hem öğretmenlere hem de öğrencilere geribildirim sağlayarak özgün bir konu alanında öğrencilerin var olan ve hedeflenen performansları arasındaki boşluğun anlamlandırılmasını sağlar (Heritage, 2008). Öğrenme progresyonu temelli değerlendirmeler "öğretmenler tarafından kolayca yorumlanabilecek bilgiler sağlar ve öğrenci ihtiyaçlarına öğretimsel olarak nasıl cevap verebileceklerine dair daha donanımlı ve kesin kararlar vermelerine yardımcı olur (Corcoran, Mosher & Rogat, 2009).

Uygun biçimlendirici değerlendirmeler tasarlamak ve kullanışlı geribildirim sağlamak öğretmenlerin bu süreçte karşılaşılabileceği diğer bir zorluktur (Heritage, Kim, Vendlinski & Herman, 2009). Furtak ve Heredia (2016) bu zorluğun üstesinden gelebilmek için araştırma temelli, dört adımlı Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (BDTD)'yi sunmaktadırlar. BDTD'nin dört

adımı şöyledir (1) Hedef Belirleme ve Öğrenci Fikirlerini Keşfetme, (2) Araçları Gözden Geçirme, (3) Veri Toplama Ve Karar Verme, (4) Sonraki Adımları Yansıtma ve Belirleme. Öğretmenler bir grup halinde çalışarak daha iyi biçimlendirici değerlendirmeler tasarlayabilir ve öğrenci fikirlerini ortaya çıkarmak için etkinlikler geliştirebilir ve öğrettikleri konu ile ilgili kendi kavrayışları hakkında da daha fazla bilgi sahibi olabilirler (Furtak & Heredia, 2016).

Biçimlendirici değerlendirme tasarlama sürecinde karşımıza çıkan öğrenci fikirlerini keşfetme, araçları tasarlama ve strateji bilgisi gibi alanlar ilk defa Shulman (1986) tarafından açıklanan Pedagojik Alan Bilgisinin (PAB) elementleridir. Pedagojik alan bilgisi (PAB), konu alanı bilgisi, pedagoji bilgisi ve bağlam bilgisinden oluşmakta ve bu üç tür bilginin entegrasyonu ile değil dönüştürülmesi veya amalgamı ile ortaya çıkmaktadır (Shulman, 1987). Bu bağlamda alana özgü (domain-specific) bir bilgi olarak tanımlanan pedagojik alan bilgisi, öğretmenlerin kendi konu alanlarıyla ilgili bilgilerini ve bu bilgiyi öğrencilerin erişebileceği hale nasıl getireceği bilgisini içermektedir (Carter, 1990). Alanyazında öğretmenlerin sahip olmaları gereken bilgileri ve bunlar arasındaki ilişkileri inceleyen çeşitli modeller bulunmasına rağmen genel anlamıyla fen öğretmenleri için pedagojik alan bilgisinin bileşenleri *öğrencilerin fene yönelik düşüncelerinin bilgisi, fen öğretim programı bilgisi, fene özgü öğretim stratejileri bilgisi, öğrencilerin fen öğrenmelerinin değerlendirilmesi bilgisi ve fen öğretimi oryantasyonlarıdır* (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999; Park & Oliver, 2007).

Öğretmeyi öğretim yaşamı boyunca süren bir uğraştır. Öğrenme progresyonlarının tanımı ile birlikte düşünüldüğünde fen öğretmeyi öğrenme de öğretmenler sınıfta daha çok zaman geçirdikçe ve onlara öğretmeyi öğrenme fırsatları sunuldukça zamanla ilerleyen ve gelişen bir süreçtir (Adadan & Öner, 2014). Gunckel (2013) öğretmenlerin öğrenme progresyonlarını kullanmaları için gerekli bilgiyi tanımlayarak bu anlamdaki ilk çalışmalardan birini yapmıştır. Bilimsel araştırmalara dayalı ve açıkça tanımlanmış öğrenme progresyonları öğretmenler için oldukça değerli bir bilgi türüdür. Çünkü öğrenme progresyonları, kavramsal anlayışların kritik noktalarını vurgulayan etkinlikler planlama ve öğrencilerin buldukları düzeyleri belirleyebilecek biçimlendirici değerlendirmeleri tasarlama gibi önemli noktalarda öğretmenlere yol gösterici bir

nitelik taşımaktadır (Stains, Escriu-Sune, Santizo & Sevian, 2011) Öğretmenler öğrenme progresyonlarını, belirli bir alandaki potansiyel bilgi haritaları ile öğrencilerin kavrayışları arasındaki ilişkilerin farkına varma amacıyla kullanabilirler ve böylece öğrenme progresyonu temelli ve hedefe yönelik öğretim sağlayabilirler.

Öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar öğretmen adaylarının temel fikirlerde uzmanlaşmalarına rağmen genetikle ilgili daha önceki seviyelerde öğrencilerin sahip oldukları yanlış fikirleri korudukları görülmektedir (Smith & Knight, 2012; Marbach-Ad & Stavy, 2000). Öğretmen adaylarının genellikle öğrenim gördükleri öğretmen eğitimi programları ile ilgili bir memnuniyetsizlik yaşadıkları da birçok çalışmada vurgulanmaktadır. Öğretmen adayları genellikle (bir dersi nasıl yapılandıracaklarına yönelik onlara sunulan eğitim teorileri gibi) öğretmenlik konuları yerine nasıl öğreteceklerinin söylenmesini beklemektedirler (Loughran, Mulhall & Berry, 2008). Öğretmen adaylarının öğrenme gündemleri hem kendi alanlarındaki içeriği hem de bu içeriği nasıl öğreteceklerini ve öğretmen eğitimcilerinin gündemi de hem içeriği hem de içeriğin nasıl öğretileceğini içermelidir. Ancak Loughran'ın (2006) da belirttiği gibi bu iki gündeme odaklanmak kolay bir iş değildir. Çünkü öğretmen adaylarının birçoğu içeriği, kendi 12-13 yıllık öğretim hayatlarındaki gibi algılamakta ve üniversitelerde öğretilen içerik çoğunlukla içeriğe odaklanarak pedagojiyi dışarıda bırakmaktadır. Bu sebeple öğretmen eğitiminde bu iki amaca odaklanılması öğretmen eğitimcilerinin sorumluluğu olmalıdır. Bu bakış açısından yola çıkarak öğrenme progresyonlarının hem öğretmenler hem de öğrenciler için sahip olduğu vaatler ve zorluklar düşünüldüğünde geleceğin öğretmenleri olarak öğretmen adaylarının da bu konuya ilişkin bilgi sahibi olmaları oldukça önemli hale gelmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü adımlarını izleyerek konu ile ilgili biçimlendirici değerlendirmeleri nasıl tasarlayabileceklerini öğrenmelerinin, öğretecekleri içeriğin, değerlendirmelerin ve öğretim sürecinin farkına varmaları açısından kullanışlı bir yol olabileceği düşünülmektedir.

Bu doğrultuda bu doktora tezinde son sınıfa devam etmekte olan biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerinin ve pedagojik alan bilgilerinin doğasına biçimlendirici değerlendirme

tasarlama döngüsünün adımları izlenerek gerçekleştirilen etkinliklerin etkisinin olup olmadığı gözlenmeye çalışılacaktır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Araştırmanın problem durumu kısmında açıklanan bağlamda bu araştırmada biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü (BDTD) etkinliklerinin son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan ve pedagojik alan bilgilerinin doğasına (PAB) etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.3 Araştırmanın Önemi

Etkili öğretmenler veri toplar ve yorumlar, öğrenci öğrenmesi ile ilgili yargılarda bulunurlar, yeni fikirler ve yaklaşımlar icat ederler, öğrettikleri içeriği anlarlar, öğretimlerinin öğrenme ve motivasyon üzerindeki etkisini incelerler (Sims & Walsh, 2009). Bu sebeple hizmet öncesi öğretmen eğitimi programlarının öğretmen adaylarını bu etkililiğe ulaştıracak biçimde eğitmesi, öğrenmeyi anlamlı bir şekilde desteklemek ve gelecekteki öğrencilerinin üniversiteye hazır oluşlarını artırmak açısından oldukça gereklidir (Arrington & Lu, 2015). Bu bağlamda öğretmen hazırlama programları bir üniversitenin en önemli sorumluluklarından biridir (Duncan, 2009). Öğretmen adayları (a) ulaşılabilir materyallerin bilgisine (b) öğrencilerine yardım edecek bilgi ve becerilere (b) öğretimi modellemelerini ve vermelerini sağlayacak deneyimlere sahip olmalı ve (d) öğrencilerine liderlik ederken kendi öğrenme yolculuklarına yansıtma yapmalıdırlar (Arrington & Lu, 2015). Bu çalışmada hazırlanan sınıf ortamı ve etkinliklerin hepsi geleceğin öğretmenleri olarak biyoloji öğretmen adaylarının etkililiklerini artıracak bilgi ve becerileri kazanmaları temeline dayanmaktadır. Bu sebeple de çalışmanın, biyoloji öğretmeni olma yolunda adaylara hem akademik anlamda hem de öğretmenliğe hazırlık uygulamaları açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Alanyazın tarandığında pedagojik alan bilgisi çalışmalarının yoğunlukla kimya konularında olduğu görülmektedir. Buna ek olarak öğretmen adaylarının,

deneyimli öğretmenlerin aksine sınıf deneyimleri az olduğundan pedagojik alan bilgileri de onlara kıyasla daha farklı olmaktadır (Nilsson, 2008). Bu sebeple biyoloji ve fizik gibi diğer fen alalarında da pedagojik alan bilgisinin belirleneceği çalışmalara ihtiyaç vardır (Aydın & Boz, 2012). Pedagojik alan bilgisinin gelişimi için pedagojik alan bilgisinin bileşenlerinin ayrı ayrı geliştirilip bütüne katkı sağlaması da önem arz etmektedir (Nilsson, 2008). Bu çalışmada modern genetik öğrenme progresyonu temelli konular çalışmanın odak noktası olarak seçildiğinden ve pedagojik alan bilgisinin bileşenlerine odaklanıldığından, çalışmanın biyoloji pedagojik alan bilgisi çalışmalarına ve pedagojik alan bilgisinin doğasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Etkili bir fen öğretimi sağlamak için öğretmenler derinlemesine ve kavramsal olarak bağlantılı fen alan ve uygulama bilgisine sahip olmalıdırlar (Abell, 2007; NRC, 2007). Güçlü alan bilgisi öğretmenlerin, öğrenci fikirlerini değerlendirmesi, öğrencilerindeki ilerlemeyi ölçmesi ve öğrencilerin bilimsel kapasitelerini değerlendirmek ve geliştirmek için öğrencilerin var olan bilgilerinin üzerine yenilerini eklemeleri açısından gereklidir (Grossman, Schoenfeld & Lee, 2005; Van Driel, Verloop & de Vos, 1998). Ancak yapılan çalışmalar öğretmen adaylarının gelecekteki öğrencileri gibi fen içeriği ve sorgulama temelli fen ile ilgili bazı yanlış kavramalara sahip olduklarını göstermektedir (Burgoon, Heddle & Duran, 2011; Covitt & Gunckel, 2012; Smith & Knight, 2012; Thompson, Braaten & Windschitl, 2009). Genetik de öğrencilerin ve yetişkinlerin anlamakta zorluk çektiği ve çok sayıda kavram yanılgısına sahip oldukları alanlardan biridir (Elmesky, 2012). Yapılan birçok çalışmanın (örn: Gericke & Smith, 2014; Marbach-Ad & Stavy, 2000) gösterdiği gibi genetik konuları kavramların soyutluğu, yabancı terminoloji, hücresel süreçler ve Mendel genetiği gibi alanlardaki matematiksel içeriğin yarattığı bariyerlerden dolayı (Knippels, 2002) öğretmenlerin öğrenme ve öğretme açısından da zorluk yaşadığı alanlardan biridir. Bu çalışmada da biyoloji öğretmen adayları biçimlendirici değerlendirmeleri tasarlarırken modern genetik konularında sahip oldukları eksiklikleri tespit etme ve uygulamalar sonucunda bu eksiklikleri giderme fırsatı bulacaklarından genetik alan bilgilerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ABD’de yayınlanan Ulusal Araştırma Konseyi (NRC) çerçevesi ve Yeni Jenerasyon Fen Standartları (NGSS), K-12 okullarda fen öğretimini geliştirmede öğrenme progresyonlarının oynadığı önemli rolü vurgulamaktadır (NRC, 2012; NGSS Consortium of Least States, 2013). Öğrenme progresyonları öğretim programı, değerlendirmeler ve öğretim arasında bir köprü kurma niteliği taşımaktadır (Salinas, 2009). Yapılan taramada Türkçe alanyazında biyolojinin merkezi fikirlerini içeren öğrenme progresyonları ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın bu yönüyle Türkçe alanyazındaki bir boşluğu doldurmadaki ilk girişimlerden biri olacağı ve Türkiye’deki lise biyoloji dersi öğretim programlarının geliştirilmesine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Modern genetik alanında üç öğrenme progresyonu çerçevesi geliştirilmiştir [(1) Duncan vd., 2009; (2) Elmesky, 2012; (3) Roseman vd., 2006]. Bununla birlikte bu çerçevelerle ilgili az sayıda deneysel çalışma bulunduğundan üç progresyon da çeşitli bağlamlarda hipotetiktir. Bunlardan en kapsamlı çalışılan Genetik Öğrenme Progresyonu Duncan vd.’nin (2009) geliştirmiş olduğu çerçevedir (Castro-Faix, Rothman, Seryapov & Duncan, 2016; Choi, Duncan, Castro-Faix & Cavera, 2016a, 2016b; Duncan, Castro-Faix & Choi, 2014; Freidenreich, Duncan & Shea, 2011; Shea & Duncan 2013; Shea, Duncan & Stephenson, 2015; Todd, 2013; Todd & Kenyon, 2016; Todd & Romine, 2016; Todd & Romine, 2017; Todd, Romine & Cook-Whitt 2017) Öğrenme progresyonlarının deneysel çalışmalar yoluyla test edilmesi ve bunlara öğretimsel ve öğretim programı temelli katkılar yapılması, öğrencilerin kavrayışlarını artırmak açısından araştırmacılar ve öğretmenler için oldukça işlevseldir. Bu çalışmada da biyoloji öğretmen adayları ile bu genetik öğrenme progresyonu temele alınarak bir hizmetöncesi eğitim programı gerçekleştirileceğinden öğrenme progresyonunun öğretmen eğitimi bağlamında test edilerek öğretimsel ve öğretim programı temelli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğrenme progresyonu araştırmalarının büyük çoğunluğu öğrencilerin öğrenme sürecine ve öğretim programı geliştirilmesine odaklanmıştır. Öğretmen gelişimi öğrenme progresyonlarının beş potansiyel kullanım alanından biri olmasına rağmen (Kobrin, Larson, Cromwell, & Garza, 2015) çok az sayıda çalışma

(örn: Schneider & Plasman, 2011; Furtak, Thompson, Braaten & Windschitl, 2012; Furtak, 2012) öğretmenlerin öğrenme sürecini ve öğretmenlik uygulamalarını araştırmıştır. Bu çalışmaların bazıları alan-genel (domain-general) olup belirli bir içerik alanında öğrencilerin öğrenmesi ile bağlantılı değildir. Az sayıda çalışma ise doğal seleksiyon gibi alan-özgün (domain-specific) konuları öğretmenlik profesyonel gelişimi bağlamında ele almıştır. Öğretmen adaylarıyla yapılmış çok sayıda pedagojik alan bilgisi çalışması var olsa da bu çalışmanın genetik öğrenme progresyonunu temele alarak öğretmen adaylarının alan bilgilerini ve konuya özgü (topic-specific) pedagojik alan bilgilerini geliştirmeye yönelik olduğundan özgün bir değer taşıdığı düşünülmektedir.

Öğretmen eğitiminde ölçme ve değerlendirme, özellikle de biçimlendirici değerlendirmeler hak ettiği değeri yeterince görmemiş bir bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır. Biçimlendirici değerlendirmelerin tasarlanmasına ve uygulanmasına rehberlik etmek amacıyla kullanıldığında öğrenme progresyonlarının işlevleri şöyledir (Yin, Tomita & Shavelson, 2014) : 1) kritik dönemeçleri belirlenmesine yardımcı olur böylece formal biçimlendirici değerlendirmeler belirlenen dönemece entegre edilebilir, (2) her bir değerlendirmenin değerlendireceği öğrenme hedeflerini açık hale getirir, (3) her bir kritik dönemeçte öğrencilerden öğrenme hedefine yönelik bilgi alınmasını sağlar, (4) öğrencilerin değerlendirmeye verdikleri yanıtların yorumlanması yoluyla öğretmenlere bir çerçeve sağlar ve (5) her bir dönemeçte öğrencilerin var olan anlayışları ile hedeflenen öğrenme hedefi arasındaki boşluğu dolduracak eylemleri almaları için öğretmenlere rehberlik eder, böylece öğrenciler öğrenme progresyonunun bir sonraki düzeyine geçebilirler. Çalışmada biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü adımları kullanılarak biyoloji öğretmen adaylarına modern genetik öğrenme progresyonu temelli biçimlendirici değerlendirmeleri nasıl daha etkili bir şekilde tasarlayabilecekleri yönünde rehberlik edilecektir. Böylece modern genetik öğrenme progresyonu ve bağlantılı değerlendirmelerin biyoloji öğretmenleri için daha işlevsel hale geleceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada temele alınan biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü (BDTD) etkinlikleri Türkçe literatüre kazandırılacak olup bu yaklaşım hizmet öncesi öğretmen eğitimi programlarında ve hizmetiçi öğretmen gelişimi eğitim programlarında kullanılabilir. Bu yolla öğretmen adayları ve öğretmenler modern genetik ve diğer biyoloji konularıyla ilgili biçimlendirici

değerlendirmeleri tasarlama noktasındaki yeterliliklerini ve buna ek olarak alan bilgilerini geliştirme fırsatı elde edebilirler. Ayrıca, veri toplama sürecinde öğrencilerden elde ettikleri kavram yanılgıları ve öğrenci öğrenme zorluklarının bilgisi ile bunların giderilmesi yolunda adımlar atılabilir.

Üniversite düzeyinde genetik bilgisini ölçmeye yönelik çok sayıda test bulunmaktadır (örn. Bowling vd.,2008; Couch, Wood & Knight, 2015; Howitt, Anderson, Costa, Hamilton, & Wright, 2008; Shi vd., 2010; Smith, Wood & Knight, 2008; Wright & Hamilton, 2008). Ancak bu çalışmalardan sadece Todd & Romine (2016) var olan genetik öğrenme progresyonu teorisine dayanmaktadır. Bu çalışmada da Todd ve Romine'nin (2016) genetik öğrenme progresyonu temelli genetik testinin üniversite düzeyindeki öğrenciler için geliştirilen ikinci versiyonu kullanılmıştır. Bu testten elde edilen verilerin geçerlilik ve güvenilirliğinin uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak gösterilmesi ile testin Türkçe alanyazına kazandırılması da özellikle üniversite düzeyinde öğrencilerin modern genetik bilgi düzeylerinin ve kavram yanılgılarının belirlenmesinde önemli bir nokta olabilecektir.

1.4 Problem Cümlesi

Bu araştırmanın ana problemi:

“Biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinin son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan ve pedagojik alan bilgilerine (PAB) etkisi nedir?” şeklindedir. Bu bağlamda araştırmanın alt problemleri ise aşağıdaki gibidir.

1.4.1 Problemler ve Alt Problemler

1. Biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerine etkisi var mıdır?
2. Biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü (BDTD) etkinliklerinin son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli pedagojik alan bilgilerinin doğası nasıldır?
 - 2.1.BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli öğretim programı bilgilerinin doğası nasıldır?
 - 2.2.BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetikte zorluk yaşadıkları alanlara ilişkin bilgilerinin doğası nasıldır?
 - 2.3.BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli öğretim stratejileri bilgilerinin doğası nasıldır?
 - 2.4.BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli biçimlendirici değerlendirme bilgilerinin doğası nasıldır?

1.5 Sınırlılıklar

1. Bu araştırma ölçme aracı geliştirme bağlamında Türkiye’de bulunan 4 üniversitenin biyoloji öğretmenliğinde öğrenim gören öğrenciler ile sınırlıdır.
2. Deneysel çalışma 2016-2017 eğitim öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Biyoloji Öğretmenliği 5. Sınıfında öğrenim gören 26 öğrenci ile gerçekleştirildiğinden elde edilen verilerin Türkiye’deki tüm biyoloji öğretmenliği programlarına genellenmesi beklenmemektedir.
3. Çalışmada kullanılan modern genetik öğrenme progresyonu Duncan ve ark. (2009) tarafından geliştirilen ve sonrasında güncellenen çerçeve ile sınırlıdır.

4. Çalışmada kullanılan veri toplama araçları; Öğrenme Progresyonu Temelli Modern Genetik Değerlendirme Testi (ÖP-MGD2), Yarı yarı yapılandırılmış görüşmeler, etkinlikler sürecinde biyoloji öğretmen adayları tarafından geliştirilmiş içerik gösterimleri ve biçimlendirici değerlendirme problemleri ile sınırlıdır.
5. Biyoloji öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler kişisel rapor (self-report) şeklinde olduğundan bireylerin gerçek profillerini temsil etmiyor olabilir.

1.6 Sayıtlar

1. Biyoloji öğretmen adayları çalışma kapsamında uygulanan veri toplama araçlarına ve yarı yapılandırılmış görüşme sorularına dürüst ve samimi şekilde cevap vermişlerdir.
2. Biyoloji öğretmen adaylarının aynı veya benzer olguları deneyimlediğinden örneklem seçim kriterleri araştırma problemine uygun çıkarımlar elde edilebilecek niteliktedir.
3. Katılımcılar, çalışmaya katılmaya içten bir şekilde gönüllü olmuşlardır ve dertsen geçme gibi katılma motivasyonlarını etkileyecek başka faktörler yoktur.
4. Çalışmada uygulanan ölçme araçlarının ve etkinliklerin hazırlanması sürecinde fikirlerine başvuru uzmanlar, konuyla ilgili görüşlerini tam olarak yansıtmışlardır.

1.7 Tanımlar

Çalışmada adı geçen anahtar kavramlar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

Öğrenme Progresyonları (Learning Progressions): Öğrenenlerin, merkezi bir fikre yönelik daha gelişmiş anlayışları, zamanla ve uygun öğretimle nasıl geliştirebileceğini tanımlayan bir kavramdır (Smith, Wiser, Anderson, Krajcik, 2006).

Biçimlendirici Değerlendirmeler: Not verme amacı gütmeyen, öğrenme ve öğretme amacıyla yani öğrencilerin ne bildiğini ortaya koymak için yapılan değerlendirmelere biçimlendirici değerlendirme denir (Keeley, Eberle & Farrin, 2005).

Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (BDTD): Araştırma temelli, dört adımlı, fen öğretmenlerine biçimlendirici değerlendirmeleri geliştirme, karar verme ve gözden geçirme anlamında rehberlik eden bir profesyonel gelişim yaklaşımıdır (Furtak & Heredia, 2016). BDTD’de bir grup öğretmen ortak değerlendirmeleri birlikte tasarlar ve kendi sınıflarında kullanırlar (Ainsworth & Viegut, 2006).

Pedagojik Alan Bilgisi (PAB): Pedagojik Alan Bilgisi “alan gösteriminin en kullanışlı biçimleri, —en güçlü analogiler, resimli gösterimler, örnekler, açıklamalar ve demonstrasyonlar—yani, konuyu başkaları için anlaşılabilir kılacak şekilde sunmak ve formülize etmektir. (Shulman,1986, s.9).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde bu doktora tezinin dayandığı kavramsal çerçeveye ait açıklamalara ve ilgili alanyazın taramasına yer verilmektedir.

2.1 Fen Okuryazarlığı ve Genetik Okuryazarlığı

1958 yılında Paul Hurd fen okuryazarlığı terimini popüler hale getirdiğinden beri terimin bilginin kullanımına yönelik çeşitli düşünceleri içeren birçok tanımı yapılmıştır (Ryder, 2001). Hurd (1998) fen okuryazarlığını “kişisel, sosyal, politik ve ekonomik problemler ve bireyin hayatı boyunca karşılaşılabileceği meselelerde bilimle ilgili rasyonel düşünce için gerekli bir yurttaşlık becerisidir” (s.410) şeklinde tanımlamıştır. Diğer bir tanımla fen okuryazarlığı bireyin bilim ve teknolojiye dair durumlarda sorumluluk sahibi kararlar vermesi ve harekete geçmek için gerekli bilgi ve becerilere sahip olmasıdır (Laugsksch, 2000).

Fen okuryazarlığı kavramının geliştirilmesi sürecinde Roberts (2007) kavramın anlamına Vizyon I ve Vizyon II adı verdiği iki geniş perspektifle katkıda bulunmuştur. Vizyon I, bireylerin fen okuryazarı olmak için ne bilmesi veya ne yapması gerektiğini içerirken (örneğin; eğitim reform girişimleri tarafından altı çizilen kavramlar), Vizyon II, fen okuryazarlığının eylem halinde nasıl görüldüğüne (örneğin; günlük yaşamda karşılaşılan problemlerle ilgili akıl yürütmek için bilimsel bilginin nasıl kullanılacağı) odaklanmaktadır. Bu tanımların ortak noktası bilimsel sorunlarda akıl yürütürken bilginin gerekliliği ve bu bilginin kullanımınıdır. (Shea, Duncan & Stephenson, 2014).

Okuma, matematik ve fen okuryazarlığını içeren bir değerlendirme olan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA)’nın, fen okuryazarlığı bileşeni, Vizyon II’yi somutlaştırarak öğrencilerin fen konularına ilişkin bilgilerini, günlük hayatlarında karşılaşılabilecekleri, sağlık hizmetleri ile ilgili kararlar, çevre koruma meseleleri, doğal kaynakların dağılımı gibi otantik sorunlara yönelik akıl yürütmelerini test ederek yapmaktadır. PISA fen okuryazarlığının şu yollarla anlaşılacağını belirtmektedir:

- Bilimsel bilgi; sorular ortaya koymak, yeni bilgiler edinmek, olguları tanımlamak ve bulgulardan sonuçlara ulaşmak amacıyla kullanılır
- Bilimin özellikleri; insanoğlunun bilgi ve araştırmalarının sonucu şeklinde anlaşılır
- Bilim ve teknoloji; materyalleri, entelektüel ve kültürel çevreyi şekillendirir
- Öğrenenler; bilimsel fikir ve konularla ilgilenmeye ve onlarla uğraşmaya hazırdır.

Ancak, ulusal ve uluslararası karşılaştırılmalı sınavların sıklıkla ortaya koyduğu gibi, bütün öğrenciler eğitimcilerin ve araştırmacıların umduğu ve beklediği şekilde öğrenememektedir. Çünkü bilimsel uygulamalara katılma, günlük hayat ve fen konularını ilişkilendirmeyi gerektirir (NRC,1999). Öğrencilerin bu şekilde öğrenmesi ve 21.yüzyılın bireylerden beklentilerini karşılayabilmeleri için, birbiriyle ilişkilendirilmemiş çok sayıda, yüzeysel bilgi yerine, birbiriyle ilişkilendirilmiş az sayıda, derinlemesine, merkezi bilimsel fikri anlamaları önem kazanmaktadır (Corcoran, Mosher & Rogat, 2009; Kesidou & Roseman, 2002; Schmidt, McKnight & Raizen, 1997). A.B.D’ deki Yeni K-12 Fen Eğitimi Standartları Kavramsal Çerçevesi komitesinin raporuna göre, bu merkezi fikirlerin ve ilişkili kavramların öğrenilmesi, öğrencilerin bilgilerini ve yeteneklerini yıllar boyunca geliştirmesini ve gözden geçirmesini sağlamanın yanı sıra, onları bilimsel sorgulama ve teknolojik tasarım uygulamalarıyla bütünleştirmeye imkân sağlamaktadır (NRC,2012).

Günümüzde fen okuryazarlığı kavramı Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve birçok ülkede fen eğitiminin ortak vizyonu haline gelmiştir ve bu yönde reformlar yapılmaktadır. A.B.D Ulusal Araştırma Konseyi (NRC) (1996) raporunda fen okuryazarlığının ve fen eğitiminin erken çocukluktan başlayarak ileri kademelere doğru aşama aşama yapılandırılarak içeriği, öğretilimi ve değerlendirmeyi kapsayan standartlar çerçevesinde yapılmasını vurgulamaktadır. NRC tarafından 2012 yılında yayınlanan K-12 Fen Eğitimi Çerçevesi (A Framework for K-12 Education) ve 2014 yılında yayınlanan Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards) ise yirmi birinci yüzyılda fen

eğitiminin vizyonunu ve öğrencilerin K-12 eğitimlerinde fen okuryazarı olarak nitelendirilmek için ne bilmeleri gerektiğini açık bir şekilde ifade etmeyi amaçlamaktadır. Bu reformlar doğrultusunda bilim dünyasında “fen” anlamında bir epistemolojik kayma meydana gelmiştir. “Fen” artık bireysel deneye dayalı süreçlerden ziyade anlaşmazlıkları çözümlenmede sorgulama ve tartışmanın kullanılması ile sonuçlanan sosyal bir yapılandırma olarak ele alınmaktadır (Garcia-Mila, Gilabert, Erduran & Felton, 2013). Bu epistemolojik kaymayla uyumlu şekilde “fen öğrenme” de bilimsel uygulamalara katılma olarak görülmeye başlanmıştır (Berland & Reiser, 2008).

Öğretim programını, fen okuryazarlığını tanımlayan birkaç “büyük fikir” etrafında organize etmek K-12 fen programı boyunca bütünlüğün kurulmasına yardımcı olacaktır çünkü büyük fikirler alanın gelişiminin iç yüzünü anlamaya yardımcı olur ve alandaki ana kavramları açıklamada anahtar bir etkiye sahiptir. Büyük bir fikrin anlaşılması, öğrenenleri disiplinlerarası ve disiplin içindeki birçok olguyu anlama yeteneğiyle donatır (Stevens, Shin, Delgado, Krajcik & Pellegrino, 2007).

Fen, dünyayı anlamamızı sağlayıp davranışlarımızı geliştirmeye devam ederken fenle ilgili girişimler, özellikle de genetik araştırmaları her geçen gün baş döndürücü bir hızla artmaktadır. Bu noktada, bireylerin bilgi ve becerilerini günlük hayatlarında uygulamaları ve karşılaştıkları problemleri çözebilmeleri için fen okuryazarlığının bir parçası olarak genetik okuryazarlığı kavramı karşımıza çıkmaktadır. Stewart, Cartier ve Passmore’a (2005) göre genetik okuryazarlığı için alan bilgisini tanımlayan üç kavramsal model vardır. Bunlardan ilki olan *genetik model* (Mendel, klasik veya transmisyon genetiği olarak da anılır) eşeyli üreyen canlılarda gözlenen kalıtım örüntülerini, belirli bir genotip sonucunda ortaya çıkan fenotipi (özellik) ve bazı fenotiplerle yavruların ortaya çıkma olasılıklarını açıklamaktadır. İkinci model olan *mayotik model*, genetik bilginin bir jenerasyondan diğerine transfer edilmesine temel olan genlerin eşey hücrelerine bağımsız dağılımı ve rastgele ayrılmasının altında yatan hücresel süreçleri açıklamaktadır. *Moleküler model* olarak adlandırılan üçüncü model ise genlerin fiziksel etkilerini ortaya çıkarmasında rol oynayan hücresel ve moleküler mekanizmaları açıklamaktadır. Buna göre genetik okuryazarlığı sadece bu

modellerin ayrı ayrı anlaşılmasını değil, bunların genetik olgularla ilgili, uyumlu ve kapsamlı açıklamalar yapmak için kullanılmasını gerektirmektedir. Özgün olarak ise genetik ve moleküler modellerin entegre edilmesi, genetik modelde büyük veya küçük harflerle gösterilen bir genin farklı formlarının (allelere) aslında moleküler modelde öne çıkan proteinler için genetik emirler olduğunun anlaşılmasıdır. Genetik ve mayotik modellerin entegre edilmesi ise eşey hücrelerindeki genlerin ve allellerin farklı kombinasyonlarının döllenme ile oluşumunu sağlayan hücresel mekanizmanın mayoz olduğunun ve bunun yavrunun genetik yapısını oluşturduğunun anlaşılmasıdır (Freidrenreich vd., 2011).

Shea'ya (2013) göre genetik okuryazarlığı kavramı alanyazında çok iyi tanımlanmamış olsa da genel anlamı ile üç tema altında tanımlanabilir. Bunlar: (a) genetik alan bilgisi, (b) argüman geliştirmek ve bunları değerlendirmek için genetik alan bilgisinin kullanılması ve (c) bireylerin hem alan bilgilerini hem de argümantasyon becerilerini farklı durumsal özelliklerden oluşmuş farklı sorunlara uygulayabilme yeteneğidir.

Genetik okuryazarlığının kritik işlevi ise bireylerin genetikle ilgili durumlardaki genel farkındalıklarına ve topluluğun diğer bireyleri ile genetik uygulamaları hakkında fikir alışverişinde bulunmalarına odaklanmaktır (Acra, 2006; Jennings, 2004). Bireyler, günlük yaşantılarında genetikle karşılaştıkça genetik okuryazarlığının önemi de artmaktadır çünkü bireylerin bu alandaki kavrayış eksiklikleri, genetik tarama gibi yeni teknolojilerden faydalanamamaları veya kök hücre araştırmaları gibi oylamalarda yeterli bilgiye sahip olmadan politik kararlar vermelerine sebep olabilir (Todd & Kenyon, 2015).

2.2 Gen Modelleri

Genetik okuryazarlığı bağlamında kullanılacak bilgi nedir sorusu akla geldiğinde, genetikte, “gen”, diğer birçok kavramın türetildiği merkez bir kavram olduğundan bu soruya cevap vermek için öncelikle gen kavramının ne olduğunu anlamamız gereklidir. “Gen” özgün bir işlevin atanabileceği kalıtımın temel biyolojik birimidir. Gen, işlevsel olarak, genetik transmisyon, genetik rekombinasyon, gen mutasyonu ve gen işlevi adı verilen dört olgu temelinde

tanımlanır. Gericke'e (2008) göre bu olgular birbirine bağımlı olduklarından, olguların ne olduğunu ve aralarındaki ilişkiyi açıklayacak bilimsel modeller de zamanla değişmiştir. Bu doğrultuda geçmişte olanlar günümüzdeki önemli meselelere dikkat çekmede oldukça aydınlatıcı olacağından tarihi anlamak da önemli hale gelmektedir (Kampourakis, Reydon, Patrinos & Strasser, 2014). Falk'a (2014) göre kalıtım ve gen kavramları yirminci yüzyılda farklı bilim insanları tarafından açıklayıcı amaçlarına göre farklı şekillerde kullanılmıştır. Diğer bir deyişle klasik genetikte "gen" kavramı moleküler genetiktekinden farklıdır.

Biyolojik kalıtım fikri insanlık, evcil hayvanlar ve tahıllar kadar eski olsa da genetiğin bir disiplin olarak ele alınması 1900'lerde başlamıştır. Klasik genetiğin rotaları, evrim, sitoloji, embriyoloji ve üreme, ıslah ve hibrit oluşumu ile ilgili farklı amaçları olan ancak yirminci yüzyıldan bu yana genetiğin boyutları kabul edilen araştırma alanlarından gelmektedir (Carlson, 2004). Gen işlevi ile ilgili bilim camiasında belirli bir zamanda eş zamanlı olarak var olan basit açık tek bir görüş olmadığından genetikte Carlson'ın (1966) "korkuluk modelleri" dediği çok sayıda tarihsel model vardır. Gericke ve Hagberg (2007) gen işlevinin tarihsel gelişiminde epistemolojik özellikleri bağlamında değişiklik gösteren 5 farklı tarihsel model olduğunu öne sürmüşlerdir. Bunlar; (a) Mendel modeli, (b) klasik model, (c) biyokimyasal-klasik model, (d) neoklasik model ve (e) modern modeldir.

Smith ve Adkison (2010) ise Gericke ve Hagberg (2007) tarafından öne sürülen modellerin İnsan Genom Projesi'ne ait bulguları içermediğini belirterek hem daha önceden açıklanan 5 modelde birtakım modifikasyonlar yapmışlar hem de "ENCODE Projesi modeli" adı verdikleri yeni bir model eklemiştir. Buradaki önemli nokta "gen" kavramının en güncel tanımı ile öne sürülmüş olması ve yeni genom çağında araştırmalar devam ettikçe yeni modellerin öne sürülmesinin kaçınılmaz olmasıdır.

Tarihsel örnek olaylar, bilimsel fikirlerin toplumda nasıl algılandığını gösteren süreçleri anlamakta fayda sağlar (Jimenez- Aleixandre, 2014). Öne sürülen tarihsel modelleri incelediğimizde, yaşadığı dönemde kalıtım çalışmaları yapan tek araştırmacı olmamasına rağmen biyoloji ders kitaplarında sıklıkla örnekleyici bir durum çalışması olarak kullanılan 19. Yüzyılda yaşamış bir rahip olan Gregor Mendel' in çalışmalarıyla başladığı ve İnsan Genom Projesi ve ENCODE projesi

(Gerstein vd., 2007) gibi güncel bilimsel gelişmelerle halen devam ettiği görülmektedir.

Bu tarihsel modeller genel anlamıyla yüzeysel veya yanlış olmayıp dünyaya ilişkin betimlemeler veya açıklamaları geliştirme anlamında hem bilim camiası için hem de okuldaki fen eğitimi için kullanışlı araçlar olabilir. Modeller fen eğitiminde geçmişe bakış bağlamında öğretim programı, ders kitabı veya sınıf ortamını ilgilendirecek şekilde açık veya örtük olarak seçilerek kullanılabilir (Gericke, 2008). Örneğin Mendel'in allellerin eşleşmesi rastgele olduğunda dağılımın rastgele olduğunu gösterdiği çalışmalar klasik transmisyon genetiğindeki çalışmalara temel teşkil edecek şekilde önemli bir ilerleme olmuştur. Kalıtım temelde Mendel' in basit baskınlık modelinin önerdiğinden daha karmaşıktır. Bu sebeple genetik öğretiminde öğrencilerin Mendel' in basit baskınlık modelini yapılandırıp gözden geçirme, klasik genetiğin perspektifinden kalıtım olgularını sorgulama, önemli genetik kavramlarını ve genetik uygulamaları ile ilgili anahtar fikirleri öğrenme, basit baskınlık modeli ile açıklanamayacak durumları gözleme, alternatif modeller önerme gibi fırsatlar bulmaları daha karmaşık anlayışlara giden süreçte önemli adımlar olarak görülmektedir (Stewart vd., 2005).

Öğrenmelerinde bir ilerleme sağlamak için öğrenenler hem belirli bir olgunun doğasına yönelik iç görü sağlayacak hem de daha fazla sayıda olgu için de kullanabilecekleri açıklamalarla karşılaşmalıdırlar (Gilbert, 2004). Öğretmenler güncel sosyo-bilimsel meseleleri bu meselelerle ilgili bilimsel içeriği ve bilimin doğasını öğretmek için kullanabilirler (Lederman, Antink & Bartos, 2014). Ancak sınıfta öğrenciler doğaları ve amaçları açıkça tartışılmaksızın modellerin kendisini olgu olarak gösteren tanımlar ile de karşılaşabilirler (Grosslight, Unger, Jay & Smith, 1991). Benzer şekilde öğretmenler genleri modern genetik terimlerinden ziyade Mendel veya klasik genetik modellerine göre açıklama eğilimindedirler (Dikmenli, Çardak & Kıray, 2011). Gericke ve Hagberg'e (2007) göre bilimsel bilginin doğrusal bir şekilde büyüdüğünü, bağlamdan bağımsız olduğunu ve modeller arasında hiçbir ilerlemenin görülemediği ve kavranamadığı modellerle bir bilim tarihi mümkün olmaz ve bu sunum şekli öğrencilerde kavram karmaşasına sebep olabilir. Bu sebeple tarihsel bilimsel modellerin gelişiminin ve ilerlemesinin,

modelin inşa edildiği bağlam vurgulanarak öğretilmesi fen eğitimini geliştirme ve öğrencilerin kavrayışlarına katkı sağlama yollarından biridir (Justi, 2000).

Carey'e (1985, 1991) göre öğrenciler bilim tarihindeki çerçeve dönüşümüne birçok anlamda paralel kavramsal değişimler geçirirler. Bu bağlamda bazı araştırmacılar (örn: Jin & Anderson, 2012) kavramların fen tarihindeki gelişiminin incelenmesinin öğrencilerin o kavramı nasıl kavradıklarına ilişkin fikir verebileceğini ve benzer şekilde o kavrama ait öğrenme progresyonu çerçevesini oluşturmada da kullanılabileceğini belirtmektedir.

2.3 Genetik Öğrenme ve Öğretme ile ilgili Zorluklar

Yapılan çalışmalara göre genetik konuları uzun süredir temel biyoloji öğretim programının en önemli, öğrenmesi ve öğretmesi zor olan bileşenlerinden biri olarak görülmektedir (Gericke & Smith, 2014; Kindfield, 1991; Lewis & Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad & Stavy, 2000).

Knippels'e (2002, s.27) göre genetik eğitimi alanyazınında alana özgü zorluklar (1) Alana özgü sözcükler ve terminoloji, (2) Mendel genetiği görevlerinin matematiksel içeriği, (3) Hücresel süreçler, (4) Biyoloji öğretim programının dizilimine bağlı olarak soyut doğa (5) Genetiğin karmaşık doğası: bir makro-mikro problemi olmak üzere beş ana kategoride incelenebilir.

Knippels, Waarlo ve Boersma (2005) ise biyoloji öğretmenleri ile genetik öğrenme ve öğretmenin zorlukları üzerine yaptıkları çalışmada on sebep üzerinde durmaktadırlar. Bunları (1) soyut doğa, (2) karmaşıklık, (3) olasılığa dayalı akıl yürütme, (4) konuyu zor olarak algılama, (5) sınavlar, (6) terminoloji, (7) soy ağaçları, punnet kareleri ve semboller, (8) problem çözme, (9) hücre bölünmesi ve (10) öğrenciler arasındaki bireysel farklar olarak belirtmektedirler.

Duncan vd. (2009) ise modern genetiği öğrenmenin neden zor olduğuna ilişkin üç ana sebep göstermektedirler. Birinci olarak, modern genetikte akıl yürütmenin moleküler düzeyde kimyasal ve fiziksel etkileşimleri anlamayı gerektirdiğinden bu durumun alana disiplinler arası bir boyut kattığını

belirtmektedirler. Bu doğrultuda, biyolojik moleküllerin kimyasal doğasını ve atomlar ve moleküllere ilişkin temel bilgileri kavrayamamış öğrenenler için bu disiplinlerarası boyutun bir zorluk kattığına dikkat çekmektedirler. İkinci olarak, genetik olgularda bulunan hücresel ve moleküler süreçlerin ve varlıkların görünmez ve öğrenciler için deneysel olarak erişilemez olduğunu daha önceki çalışmaları örnek göstererek (Marbach-Ad & Stavy, 2000) belirtmektedirler. Üçüncü olarak ise genlerin etkilerini hücre, doku, organ ve organizma düzeylerinde nasıl ortaya çıkardığını açıklamak için çoklu organizasyon düzeyinde akıl yürütmenin gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Daha önce yapılan çalışmalar da öğrencilerin genetik bilgi ile özgünleşmiş organizasyon düzeyinin ne olduğunu kısıtlı bir şekilde algılayabildiklerini ve genleri gözlenebilir özelliklere bağlayan hücresel ve moleküler mekanizmaların farkında olmadıklarını göstermektedir (Duncan & Reiser, 2007; Lewis & Kattman, 2004; Venville & Treagust, 1998). Genetikle ilgili etkili öğrenme DNA'nın önemini ve genlerin etkisini göz ardı etmemeyi ve DNA'nın hayatı belirlediği veya bir organizma için prototip olduğu gibi oldukça basitleştirilmiş bir fikri reddetmeyi gerektirir (Thomas, 2000). Çünkü bu durum "genetik determinizmi" gereğinden fazla bulundurma gibi bir risk taşımaktadır (Lewis vd., 1997). Genetik determinizm yani genlerin, canlıların gözlemlenebilir tüm biyolojik ve psikolojik karakterini belirlediği inancı genetik öğrenme ve öğretmeyi zorlaştırmaktadır. Genetik öğrenme ve öğretme ile ilgili yapılan çalışmalarda belirtilen çeşitli faktörler (1) alana özgü (domain-specific) terminoloji, (2) çok düzeyli organizasyon, (3) disiplinlerarası-çok disiplinli bilgi transferi, (4) genetiğin soyut doğası ve (5) diğer faktörler olmak üzere 5 ana başlıkta incelenecektir.

2.3.1 Alana-Özgü (Domain-Specific) Terminoloji

Araştırmacılar 40 yıldan fazla süredir dilin fen eğitimindeki önemini vurgulamaktadırlar (Mortimer & Scott, 2003). Öğrenciler özellikle mantıksal bağlantılarla ilgili teknik ve teknik olmayan kelime dağarcığı ile ilgili problemler yaşamaktadırlar (Zhang & Lidbury, 2012). Burada dil sadece farklı anlamlara

aracılık etme aracı değil anlamın kendisini oluşturmanın bir parçasıdır (Thörne, Gericke & Hagberg, 2013). Fen içeriğini öğrenmek için birincil olarak fenin özgün dilini de öğrenmek gerekmektedir (Halliday & Martin, 1993).

Genetik eğitime özgü kafa karışıklığı ve hata kaynaklarından biri genetiğin kapsamlı ve karmaşık teknik terimleridir. Yapılan çalışmalarda terminoloji ile ilgili olarak karşımıza kelimeler arasında benzerlik olması, kavramların yanlış kullanılması, kavramların yanlış eşleştirilmesi, eskimiş terimlerin kullanılması, aynı terimin farklı bağlamlarda farklı anlamlarda kullanılması gibi sebepler çıkmaktadır (Knippels, 2002).

Bahar, Johnstone ve Hansell'e (1999) göre öğrenciler homolog, homozigot gibi aynı görünen veya aynı duyulan sözcüklerin tanımlarıyla ilgili sıkıntı yaşayabilirler. Bu duruma kromozom, kromatid, homolog kromozom gibi kavramlar da örnek olarak gösterilebilir. Bu durum özellikle de kromozom, kromatid gibi kavramlar sözel olarak sunulduğunda açıkça görülmektedir (Longden, 1982).

Kavramların yanlış anlamda kullanılmasının örnek olarak öğretmenler ve ders kitaplarının sıklıkla birbirinin yerine kullandığı “gen” ve “allel” kavramları verilebilir (Bahar vd., 1999; Çakır & Crawford, 2001; Pearson & Hughes, 1988). Kırmızı çiçek geni ifadesi yerine kırmızı çiçek alleli ifadesi kullanıldığında veya lethal gen yerine lethal allel kullanıldığında hatalar ve bu iki kavramın eş anlamlı gibi kullanılmasından kaynaklı kavram yanılgıları ortaya çıkabilir (Knippels, 2002). Oldukça çok kullanılan bir kavram olmasına rağmen genetik biliminde sunulmuş ve kabul edilmiş tek bir “gen” tanımı olmaması öğrenenlerin kafasının karışmasına neden olabilmektedir (Todd & Kenyon, 2015).

Kavramların yanlış eşleştirilmesine örnek olarak “dominant” kavramını sık ve güçlü anlamlarıyla eşleştirme (Smith & Good, 1984) ve dominant -iyi, resesif-kötüdür (Pearson & Hughes, 1988; Mahadeva & Randerson, 1982) gibi bir eşleştirme yapmak verilebilir. Buna ek olarak mutasyon kavramıyla değişim kavramını eşleştirme ve mutasyonları nadir, zararlı, çekinik olaylar gibi tanımlama kullanma bağlamına göre terimlerin farklı anlama gelmesi durumuna örnektir (Pearson & Hughes, 1988).

Terminoloji ile ilgili bir diğer zorluk sebebi olarak karşımıza eskimiş kelimelerin kullanılması çıkmaktadır. Örneğin “gen” kavramına Mendel “element” derken, sonrasında bilim insanları aynı kavrama “faktör” ve 1909 yılından itibaren “gen” denmiştir. Aynı kavrama farklı isimlerin verilmiş olması ve hala eski kavramların kullanılması da hata kaynaklarından biridir (Knippels, 2002).

Bu doğrultuda öğretmenlerin fen öğretiminde dilin önemine yönelik farkındalıklarını artırmak gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Wood-Robinson’a (1994) göre bilim adamları, ders kitabı yazarları, öğretmenler ve müfettişler dili uygun bir şekilde kullanmazlarsa öğrencilerin kafa karışıklığı yaşamaları şaşırıcı olmaz. Kavramsal varyasyonun çok yüksek olduğu fen derslerinde terminolojinin sıklıkla ve günlük olarak yanlış kullanılması öğrencilerin kromozom, gen, genetik bilgi ve alleller gibi pek çok kavram arasındaki ilişkide zorlanmalarına sebep olmaktadır (Lewis vd., 1997). Bu gibi kavramlarla ilgili olarak öğrencilere bilgiler tutarlı bir şekilde sunulmalı ve kavramın kullanıldığı farklı disiplin bağlamlarının epistemolojik özelliklerinin genetik öğretimde dikkate alınması çok önemlidir (Flodin, 2009).

2.3.2 Çok Düzeyli Organizasyon

Genetiğin öğrenenler için zorluk oluşturan alanlardan biri olmasının bir sebebi de genetikteki kavramların ve süreçlerin eş zamanlı olarak çeşitli organizasyon düzeylerinde olması (Johnstone, 1991) ve öğrencilerin bu farklı kavramları ve süreçleri birbirine bağlamada zorluk yaşamalarıdır (Marbach-Ad & Stavy, 2000; Chu, 2008; Knippels, 2002). Öğrencilerin bir seviyedeki değişimin diğerini nasıl etkileyeceğini açıklayamaması veya farklı düzeylerde akıl yürütme yapamamasını hem yetersiz öğretim yöntemlerine hem de alanın karmaşıklığına bağlamak mümkündür (Duncan & Reiser, 2005). Farklı organizasyon düzeylerinde bulunarak daha büyük bir sistemi oluşturan bu düzeyler bir saniyenin kesirlerinden az süren moleküler işlemlerden on yıllar alabilen organizma düzeyindeki işlemlere kadar geniş zaman ve mekân ölçeklerine uzanabilir (Horwitz, 1996).

Bir organizmanın özellikleri veya fenotipi makroskobik düzeyde, hücreler, kromozomlar veya DNA mikroskobik ve submikroskobik düzeyde, genotip ise sembolik düzeydedir.

Makroskobik (organizma) düzey; öğrencilerin görebileceği, dokunabileceği, koklayabileceği ve özelliklerini tasvir edebilecekleri somut ve gözle görülür düzeydir (Johnstone, 1991). *Mikroskobik (hücre) düzey;* objelere dokunma yoluyla doğrudan deneyimin mümkün olmadığı, gözlenen veya belirtilene ait zihinsel resimleri çıkarmak için mikroskop gibi araçların kullanılmasını gerektiren düzeydir (Marbach-Ad & Stavy, 2000). *Moleküler (biyokimyasal) düzey;* biyokimyasal yapıların doğrudan gözlenebilir olmadığı, bir maddenin varlığını renk gibi indikatörlerle gösterdiği düzeydir (Kapteijn, 1990). Marbach-Ad ve Stavy (2000)'e göre çoğu moleküler obje dolaylı olarak da gözlenemediğinden öğrenciler tarafından hayal edilmelidir. *Sembolik (temsili) düzey* ise gözlemlerin semboller, formüller, matematiksel manipülasyonlar ve grafik çizimleri yoluyla ifade edildiği düzeydir (Johnstone, 1991).

Kapteijn (1990) makro / mikro perspektifin biyoloji eğitiminde yararlı olabileceği ve öğrencilerin makroskopik olguları öğrenmesini ve anlamasını istersek hücre ve biyokimyasal seviyedeki kavram oluşumunun önemli olduğunu düşünmektedir. Malacinski ve Zell'e (1996) göre öğrencilerin genetikte zorlandığı kavramlar ve süreçler temelde önemsiz detayların ve soyut kavramların vurgulanmasının bir sonucu olarak moleküler düzeydedir (moleküler genetik). Öğrenciler makro, mikro ve sub-mikro düzeydeki farklı genetik kavramları birbirilerine bağlamada zorlukla karşılaşabilirler. Örneğin mayoz süreci ve altında yatan kromozom davranışını anlamadıklarından genetik ilişkileri anlamakta zorlanabilirler (Marbach-Ad & Stavy, 2000). Bu sebeple genetik eğitiminde farklı seviyelerin ayrılmasını değil, entegrasyonunu amaçlayan öğrenme faaliyetlerine daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir (Kapteijn, 1990).

Duncan ve Reiser (2005; 2007) ve Duncan ve Tseng'e (2011) göre ise genetik sistem *hibrit hiyerarşik* adını verdikleri ontolojik olarak iki farklı düzeyden oluşmaktadır. Proteinler, hücreler, dokular gibi hiyerarşik olarak organize olmuş fiziksel elementleri içeren düzey *biyofiziksel düzey* iken genetik bilgiyi içeren düzey *bilgi düzeyidir*. Buna göre genetiği anlamak, genetik talimatları içeren genlerin

etkilerini nasıl meydana getirdiğini anlamayı da gerektirir. Öğrenen önce bilgi düzeyinin içeriğini (genlerin ne için kodlama yaptığı) ve bu bilginin bir sistemdeki fiziksel elemanlarla nasıl eşlendiğini veya dışarı vurulduğunu anlamalıdır (Duncan & Reiser, 2005). Bu araştırmacılar aynı zamanda öğrencilerin proteinlere ve proteinlerin genetik etkilere aracılık etmedeki merkezi rolüne aşina olmadıklarını belirtmektedirler. Bu doğrultuda öğrencilerde fiziksel düzeye ilişkin bilgiler büyük bir boşluk oluşturmaktadır çünkü öğrenciler proteinleri ve proteinlerin hücreler, dokular, organlar gibi daha yüksek organizasyon düzeyleri ile ilişkisini yüzeysel ve sınırlı bir şekilde algılamaktadırlar. Proteinler bilgi düzeyi ve fiziksel düzey arasında bir arayüz işlevi gördüklerinden buradaki etkileşimleri yanlış algılamak sonraki düzeylerde biyolojik olgulara dair akıl yürütmeyi ve genetik olguları tutarlı bir şekilde açıklamayı etkilemektedir (Duncan & Reiser, 2007). Bu tür açıklamalar için genetik kodun doğrudan gözlenebilir etkileri oluşturmadığını, bunun yerine etkilerin sistemdeki daha düşük organizasyon düzeyindeki etkileşimlerle oluşturulduğunu anlamak oldukça önemlidir (Duncan & Tseng, 2011).

2.3.3 Disiplinlerarası – Çok Disiplinli Bilgi Transferi

Mikro ve sembolik düzeyler arasında kavrayış eksikliği ve düzeyler arasında bağlantı kurmaya ek olarak genetik eğitiminde karşılaşılan zorluklardan biri de bazen bir düzey (örn. Makroskobik düzey) bir disipline aitken (örn. Biyoloji), diğer düzeyin (örn. Moleküler düzey) farklı bir disipline (örn. Kimya) ait olabilmesi veya biyolojiye ait farklı düzeylerin farklı konulara ait olmasıdır (Marbach-Ad & Stavy, 2000). Ranganath'a (2003) göre biyoloji, canlı sistemler çok karmaşık olduğundan ve kimya, fizik ve matematiğe ait kavramlar içerdiğinden oldukça talepkar bir fen alanıdır.

Matematik ve biyoloji arasındaki ilişkinin 1800'lü yılların sonlarında insan kalıtımı çalışmalarıyla başlaması, insanlarda çeşitli özelliklerin kalıtılabilirliğini incelemek için korelasyon ve regresyon gibi tekniklerin geliştirilmesiyle birçok biyolojik olgunun karmaşık, genellikle doğrusal olmayan ve sıklıkla olasılıksal olduğu anlaşılmasına başlanmıştır. Bu sebeple de birçok biyolojik sürecin tamamen

anlaşılması için olasılık ve istatistiğe dayalı bir bakış açısı kurmak gerekmektedir. (Ranganath, 2003).

Bu çok disiplinli yapı matematik ve biyoloji arasında ilişki kurmayı gerektiren durumlarda öğrencilerin genetikteki problemleri anlayarak çözememelerine sebep olmaktadır. Çünkü öğrencilerin genetik çaprazlama problemlerini çözebilmeleri ve olasılıksal düşünme ve biyolojik olgular arasında ilişki kurabilmeleri için semboller kullanarak matematiksel hesaplamalar yapmaları gerekmektedir (Hickey, Kindfield, Horwitz & Christie, 2003). Bahar vd.'nin (1999) çalışmasında, genetik çaprazlamaları anlamama sebebi olarak matematiksel ifadelerin yer almasına ve sembollerin kullanılmasına işaret edilmekte ve dolayısıyla genetiğin matematikle biyolojideki birçok konudan daha ilişkili olduğu belirtilmektedir. Ancak öğrenciler sembollerini kullanıp algoritmaları uygularken altta yatan kalıtım örüntülerini çoğu zaman anlayamamaktadır (Stewart & Hafner, 1984; Thomson & Stewart, 1985). Örneğin crossover, mayozda kromozom çiftlerinin birbirleriyle düğümlendiklerinde meydana gelen DNA parça değişimi olayıdır. Birçok öğrenci mayozu öğrenirken crossover'ın ne olduğunu da öğrenir ancak bu olayın kalıtıma etkisini ancak çok azı anlayabilir. Örneğin Punnet karesi, iki gen farklı kromozomlarda olduğunda (veya uzak olduklarında) dihibrit kalıtım problemlerinin olasılık ve aralıklarını tahmin edebilir ancak aynı kromozomda yakın olduklarında crossover, Punnet karesi ile tahmin edilen olasılığı değiştirir. Daha karmaşık neden sonuç problemleri ve birçok neden-sonuç problemi çoğu öğrenci için zordur çünkü doğru cevabı oluşturabilmek alana ait bilişsel modeller gerektirir ve çoğu ders kitabı ve fen dersi sadece neden sonuca dayalı akıl yürütmeyi öğretir (Hickey vd., 2003).

Genetik öğrenmenin karmaşık doğası ile birleştiğinde lise biyoloji ders kitapları da son elli yılda genetik alanında meydana gelen temel gelişmeleri ve fikirleri (örneğin santral dogma) kapsamalarına rağmen genetik olgulara dair bütüncül bir yaklaşım sergilememe ve gereksiz detaylar içerme gibi öğrenmeyi zorlaştırıcı bir etki yaratmaktadır (Duncan vd., 2009).

Öğrencileri modern biyolojinin disiplinlerarası doğasına hazırlamak oldukça önemlidir ancak bunu yapmak öğretim programı, öğretim,

değerlendirmeler ve öğretmenlerin profesyonel gelişimi gibi alanlarda değişiklikler yapmayı gerektirmektedir (Nagle, 2013).

2.3.4 Genetiğin Soyut Doğası

Fen eğitimi araştırmacıları uzun yıllardır genetiğin öğretim programında hangi seviyede öğretilmesi gerektiğine ilişkin görüşler ortaya atmaktadırlar (Kılıç & Sağlam, 2013). Venville vd.'ne. (2005) göre genetiğin soyut doğasından kaynaklı olarak, bu alan öğrenciler en az lise düzeyine gelmeden nadiren formal öğretim programına eklenmektedir. Çünkü çoğu genetik kavram soyut hipotezci-tümdengelimli kavramsal sistemler içinde yapılandırılmış hayali (teorik) varlıklara dayalı olduğundan teorik olarak sınıflandırılır ve bu sistemlerde oynadıkları rollere göre anlam elde ederler (Baker & Lawson, 2000). Bu sebeple de teorik genetik kavramları öğrenmek için öğrencilerin hipotezci-tümdengelimli akılyürütme yapabilmeleri (Rotbain, Marbach-Ad & Stavy, 2005) ve bilişsel gelişimin soyut işlemler düzeyinde olmaları gerekmektedir (Kılıç & Sağlam, 2013). Hatta genetiğin gerektirdiği soyut işlemsel beceriler sebebiyle lise öğretim programından çıkarılması yönünde yapılmış tartışmalar vardır (Hafner & Stewart, 1989; Smith & Simmons, 1992). Lawson ve Thompson'a (1988) göre öğrencilerin akıl yürütme becerileri sahip oldukları genetik kavram yanlışlığı sayısı ile oldukça yakından ilişkilidir.

Öğrenciler bilişsel olarak daha olgun seviyeye gelmeden soyut olarak başlamayan kalıtım ve DNA'ya ait düşünceleri alt kültür kaynakları olarak adlandırılan filmler, karikatürler, televizyon dizileri ve bilimkurgulardan öğrenirler (Venville vd., 2005). Bu bağlamlarda gen, sadece bilimsel bir kavram değil aynı zamanda kültürel bir ikon ve güçlü bir sosyal semboldür. Bu popüler kültür resimleri içinde DNA vücuttan bağımsız, ölümsüz, kimliği belirleyen, bireysel farklılığı açıklayan, ahlaki değerleri ve insan kaderini belirleyen bir şey olarak görülmektedir (Nelkin & Lindee, 2004). Suçla ilgili televizyon programlarının sıklığı ve popülerliği sebebiyle öğrencilerin genetik alan bilgisinin ana kaynağı olarak televizyonu kullandıkları ve DNA'nın adli ve ailevi uygulamalarına aşına

olmalarına rağmen arka planda DNA ve genlerin bilimini veya genlerin proteinleri ürettiğini kavrayamadıkları görülmektedir (Donovan & Venville, 2012; 2014).

Özellikle moleküler genetik alanında bulunan ince ayrıntılar ve soyut kavramlar öğrencilerin bu alanda özellikle zorlanmalarına sebep olmaktadır (Malacinski & Zell, 1996). Örneğin Tekkaya, Özkan & Sungur (2001) ‘un biyolojide zor olarak algılanan konularla ilgili olarak yaptıkları çalışmada katılımcı lise öğrencilerinin üçte birinden fazlası gen, allel, kromozom, kromatit, kromatin gibi kavramların soyut olduğunu ve bu sebeple kafa karıştırıcı olduğunu belirtmişlerdir. Genetiğin soyut doğasının kavramsallaştırılması zor olduğundan, hücre bölünmesi gibi çeşitli süreçlerin dinamik doğasını açıklamak için fotoğraflar, film, video, hızlandırılmış faz kontrast mikroskobu gibi öğretim materyallerinin kullanılması yararlıdır (Brown, 1995).

2.3.4.1 Konuların diziliminden kaynaklı soyutluk

Çoğu genetik dersinde konuların dizilimi kabaca genetiğin tarihsel gelişimini izlemektedir (Dougherty, 2009). Bununla ilgili olarak bazı araştırmacılar (örn: Roseman vd., 2006) moleküler biyolojideki kavramların (DNA ve proteinlerin işlevleri gibi) Mendel genetiğindeki fikirlerden (Mendel kanunları gibi) önce sunulmasının öğrencilerin öğrenmesinde daha etkili olacağını belirtmektedirler. Çünkü gen, kromozom ve allel gibi kavramların daha soyut olduğunu ve öğrenciler DNA ve proteinlerin yapısını ve işlevlerini öğrendikten sonra daha kolay öğrenileceğini savunmaktadırlar. Ancak diğer bazı araştırmacılar (Duncan vd., 2009) farklı bir yaklaşım sergileyerek moleküler genetiğin ve Mendel genetiğinin basit şekilde olsa da en baştan itibaren birlikte verilmesini ve ortaokul ve lise yılları boyunca geliştirilmesini önermektedirler. Duncan vd.’nin (2016) yaptığı bir diğer çalışmada ise moleküler genetik ile ilgili daha iyi bir kavrayışa sahip olmanın onu takip eden Mendel genetiği konularının öğrenilmesine yardımcı olduğu belirtilmekte ve Mendel genetiğinin önce öğrenilmesinin moleküler genetik öğrenmeye katkısının daha az olduğu vurgulanmaktadır. Buradan yola çıkarak genetikle ilgili konuların öğrencilere sunum sırasında bir fikir birliği olmadığı ve öğretim programına göre değişebileceği görülmektedir.

Genetiğe soyut karakter ekleyen bir diğerk durum da bazı konuların biyoloji öğretim programında birbirinden izole bir şekilde yer almasıdır. Bu durum öğrencilerin genetiği ayrı “kavram kümeleri” şeklinde kavramsallaştırmalarına sebep olabilir. Örneğin öğrenciler kalıtım (DNA ve gen) kümesini, transkripsiyon/translasyon (DNA ve protein) kümesinden farklı algılama eğiliminde olabilmektedirler (Gericke & Wahlberg, 2013). Bu durum, öğrencilerin genetik konularını birbirinden izole şekilde öğrenmeye çalışmasına ve konuların birbirleriyle ilişkisini çözememesine sebep olmaktadır (Cavallo & Schafer 1994; Cavallo, 1996). Öğrencilerin proteinlerin genler ve özellikler arasındaki bağlantıyı nasıl sağladığını anlayamamasının bir diğerk sebebi de öğretmenlerin proteinlerin esas rol ve işlevlerinden emin olmayarak kesin ve açık olmayan ve parçalı açıklamalar yapmaları olarak gösterilmektedir (Thörne & Gericke, 2014).

Bazı konuların biyoloji öğretim programında birbirinden izole bir şekilde yer alması durumuna başka bir örnek de Mayoz’un kalıtım konularından farklı zamanlarda ve izole şekilde öğretilmesi verilebilir. Öğrencilerin hücre bölünmesi süreçleri ile ilgili anlayışları sınırlı, karmaşık ve tutarsız olduğundan mitoz ve mayoz arasındaki farkı, hücre bölünmesinin amacını, süreçlerini ve ürünlerini anlamakta zorluk çekebilirler. Buna bağlı olarak da kromozom, kardeş kromatitlerin aynı alleli taşıyıp eş olması gibi fikirleri de karmaşık bulabilirler (Knippels, 2002; Knippels vd., 2005).

Konuların sıralamasının dışında bazı konuların sıklıkla aralarındaki farkların ortaya konulması amaçlanarak aynı anda öğretilmesi de zorluk yaratmaktadır. Örneğin; mitoz ve mayozun benzerliğinden ötürü birlikte öğretilmesi karmaşa yaratabilmektedir çünkü bu durum ince farklılıkları olan konular yan yana öğretildiğinde ortaya çıkan psikolojik bir öğrenme engelidir (Bahar, Johnstone & Hansell, 1999). Mayozla ilgili olarak karşımıza çıkan diğerk bir zorluk ise Punnett karesi kullanılarak kavramsal ilişki ortaya çıkarılmasıdır. Öğrenciler Punnett karesinde kullanılan sembollerin ve prosedürlerin anlamlarını kavramakta zorluk yaşamaktadırlar (Cavallo, 1996). Öğrenciler kalıtımın mekanizmalarını ve süreçlerini anlamaktan ziyade kuralları ve örüntüleri ezberleme yoluna gitme eğilimindedirler (Lewis & Katmann, 2004).

Bazı araştırmacılar (örn. Venville vd., 2004) öğrencilerin genetik konularıyla ilgili erken dönemlerde sahip oldukları kavram yanlışlarının lise dönemlerinde bile var olduğunu belirtmektedirler. Örneğin bazı öğrenciler sıklıkla canlı veya cansız varlıkların genleri olup olmadığı konusunda yanlışya düşerken bazı öğrenciler bitkilerin genleri veya DNA'ları olmadığını belirtmektedirler. Kavram yanlışlarının dirençliliğine örnek olarak verilebilecek bu fikirler de bir diğer faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.3.5 Diğer Faktörler

Bu temel sebeplere ek olarak yapılan çalışmalarda genetik öğrenme ve öğretme ile ilgili yaşadıkları zorluklar daha çok öğretmen kaynaklı sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Duncan ve Reiser'a (2007) göre genetiğin karmaşık doğasına ek olarak öğretmenlerin uygun olmayan öğretim stratejileri kullanması öğretimi zorlaştıran bir faktördür. Genetik konu alanı bilgisi yetersiz öğretmenler de hatalı öğretim, yanlış ders kitabı kullanımı yoluyla tamamlanmamış ve hatalı görüşleri öğrencilerine aktarabildiklerinden bir başka kavram yanlışlığı kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretmenden kaynaklı sorunlar bu doktora çalışmasının ilerleyen bölümlerinde tekrar ele alınacağından bu bölümde yer verilmeyecektir.

2.4 Öğrenme Progresyonları (Learning Progressions)

Fen eğitimcileri son yıllarda bilimsel disiplinler arasında üretken ve daha geniş kavrayışlara yönelten merkezi kavramlara odaklanmanın önemine vurgu yapmaktadırlar. Ancak bu kavramların neler olduğu, nasıl bağlantılar kurulacağı ve ne zaman öğretileceği birçok eğitim sisteminde cevaplanması gereken sorular olarak kalmaktadır. Daha iyi öğretim programlarının, değerlendirmelerin ve öğretmen hazırlama programlarının tasarlanması için rehberliğe ihtiyaç

duyulmaktadır. Bu problemlere daha etkin bir şekilde dikkat çekebilmek için öğrencilerin bilimi nasıl öğrendiklerine ilişkin kanıtların gözden geçirilmesi, öğretim programının, değerlendirmelerin ve öğretimsel programların bu bilgiye dayalı olarak tasarlanması ve test edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple de öğretim program ile ilgili hipotezlerin dikkatli bir şekilde tasarlanmasına ve test edilmesine dayanan kanıt temelli modellere ihtiyaç vardır. Ayrıca, öğretim program geliştiricilerine ve öğretmenlere rehberlik edecek araştırma ve uygulama arasında köprü kurabilecek öğrenme progresyonları gibi yeni araçların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Corcoran vd., 2009).

Fen eğitimi alanında son yıllarda popülerlik ve önem kazanan (Alonzo & Steedle, 2008; Battista, 2011; Duschl, Maeng & Sezen, 2011) öğrenme progresyonları ile ilgili tanımlar düşünmenin kapsamlılığının artışıyla altta yatan öğrenme dizisini belirten “progresyon” sözcüğüne odaklanmaktadır. Bu artış uzman bilgisine doğru gelişmeyi veya kavramsal anlayışları genellemeyi ifade edebilmektedir (Salinas, 2009).

Latince progressionem (yalın halde progressio) sözcüğünden köken alan progresyon sözcüğü “bir durumdan diğerine doğru hareket etme eylemi”, “ileriye doğru gitme, ilerleme, tekâmül, büyüme, çoğalma” anlamlarına gelmektedir. Progresyon sözcüğü, Türkçe’de özellikle de Tıp alanında sıklıkla ilerleme veya genişleme anlamında (örneğin kanser progresyonu gibi) kullanılmaktadır. İngilizce alanyazında “learning progressions” olarak geçen kavramın Türkçe’de nasıl ifade edilebileceği bu çalışmaya başlarken ilk olarak ele alınan durumlardan biri olmuştur. Kavramla ilgili internet taraması yapıldığında matematik eğitiminde “learning trajectories” denen “öğrenme yörüngeleri” kavramı ile eş anlamlı olarak kullanılan birkaç çalışmaya rastlanmıştır. Ancak matematik eğitimindeki öğrenme yörüngeleri kavramı ile fen eğitimindeki öğrenme progresyonları arasında daha sonraki bölümlerde açıklanacak birtakım farklılıklar olduğundan bu tezde öğrenme yörüngeleri kavramının kullanılması uygun görülmemiştir.

Öğrenme progresyonları ilk defa 2007 yılında A.B.D Ulusal Araştırma Konseyi’nce (NRC) yayınlanan “Bilimi Okula Taşımak” adlı raporda tanımlanmıştır. Bu tanıma göre öğrenme progresyonları; “çocuklar bir konuyu öğrenirken veya bir konuyu keşfederken, birbirini izleyebilen, sıra ile daha gelişmiş

düşünme yollarının tanımlarıdır” (NRC, 2007, s. 214). Benzer bir başka tanıma göre ise öğrenme progresyonları “öğrencinin bir fikri öğrenmesinde birbirini tutarlı bir şekilde takip edebilen sıra ile daha karmaşık yolların dizilimidir” (Smith vd., 2006, s. 5-6). En iyi öğretim sırasını araştıran çalışmaların aksine öğrenme progresyonları tüm öğrencilerin genel bir sırayı değil önemli disiplinler özgün temel fikirler etrafında (örneğin atom-molekül teorisi, evrim teorisi, hücre teorisi, kuvvet ve hareket) çoklu (ve etkileşimli) sıraları izleyeceklerini kabul etmektedir (Hammer & Sikorski, 2015). Stevens vd.’ne. (2007) göre öğrenme progresyonlarında geçen sıra, dizilim gibi noktalara odaklanarak bu ilerlemenin göreceli olarak doğrusal olduğunu düşünmek genellikle sık karşılaşılan bir durumdur. Ancak bilim ilerledikçe görülmektedir ki bilimsel disiplinler birbirinden izole bir şekilde gelişemez. Buradan yola çıkarak öğrenme progresyonları bir merkezi kavrama veya büyük fikre ilişkin fikirler arasında dallanan ve bağlantılar oluşturan stratejik bir sıralamayı ifade etmektedir. Bu durumda öğrenme progresyonları birbirinden izole bilgi şeritleri değil fikirlerin oluşturduğu bir gruptur.

Oldukça yaygın karşılaşılan bir başka tanıma göre öğrenme progresyonları öğrencilerin, merkezi bilimsel kavramları, açıklamaları ve ilgili bilimsel uygulamaları kavrama ve bunları kullanma becerilerine ilişkin deneysel temelli ve test edilebilir hipotezlerdir (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007). Bu bağlamda öğrenme progresyonlarına bilimsel uygulamalar da dahil edilerek deneysel temelli ve test edilebilir olma özellikleri vurgulanmaktadır.

Tüm bu tanımları kapsayacak şekilde öğrenme progresyonlarının ortak özellikleri ise şöyle sıralanabilir (Corcoran vd., 2009; Duncan & Hmelo-Silver, 2009; Jin, Zhan & Anderson, 2013; Mohan vd., 2008; Kobrin vd., 2015; Salinas, 2009; Stevens, Delgado & Krajcik, 2009):

- Farklı disiplinlere ait kaynaklardan elemanlar arasında bağlantı kuran “büyük fikirler” veya konu alanları ile çerçevelenmişlerdir. Az sayıda temel ve disipline özgü fikirlere ve uygulamalara odaklanırlar.
- Öğrenmenin tipik olarak nasıl geliştiğini gösteren araştırma temelli açıklamalardır.

- Öğrenciler progresyona girdiklerinde sahip oldukları bilgi ve becerilerle ilgili bilinenlerle, progresyonun sonunda ne bilmeleri ve yapmaları beklendiği ile sınırlıdır.
- Alt ve üst uçlarına “çapa” denilen ve ara basamakları da (ara basamaklar öğrencilerin düşünceleri ile ilgili araştırmalar ve progresyonlarla ilgili deneysel çalışmalardan elde edilir) tanımlanan öğrenme düzeylerinde sırasal bir artışı ifade ederler.
- Öğrenme progresyonu sadece kavramların sıralanmasını değil, öğretimsel destek senaryolarını, potansiyel kavram yanılgılarını, öğrenme süreçlerinin somut örneklerini ve öğretmenlerin sınıflarında kullanacakları değerlendirmeleri ve diğer araçları da içermektedir.
- Bir öğrenme progresyonunun geliştirilmesi sadece temel bir kavramı gittikçe daha gelişmiş halde tanımlamayı değil öğrencilerin kavrama düzeyinin nasıl ölçüleceğini ve daha gelişmiş kavrayış düzeyini teşvik edecek tipik öğretimi de içermelidir.
- Öğrenmenin sergilenmesi için değerlendirmelere ihtiyaç duyarlar.
- Belli bir zaman sürecinde meydana gelirler.
- Bazı araştırmacılara göre tanımın içeriğine göre meydana geldikleri bağlam okul veya sınıf çevresi iken (örn. Roseman vd., 2006; Alonzo & Steedle, 2008) bazı araştırmacılar her yeri kapsadığını (örn. Duschl vd.,2007; Merrit vd., 2008) ifade etmektedir.
- Öğrencilerin belirli bir kavramı daha derinlemesine kavrayabilmesine fırsat sağlamak için alan, öğretim ve değerlendirmeyi uyumlu hale getirmeyi amaçlamaktadır.

Sahip oldukları özellikler bağlamında öğrenme progresyonlarının öğretim programı geliştiricileri ve eğitimle ilgili diğer paydaşlara sağlayabileceği faydalar şöyle sıralanabilir (Alonzo, 2011; Corcoran vd., 2009; Hammer & Sikorski, 2015; Kobrin vd., 2015):

- Öğrenme progresyonları, öğretim programı, değerlendirme, öğretmen eğitimi ve profesyonel gelişim alanlarındaki eğitim politikalarını şekillendirmeye yardımcı olabilir ve bu politika

alanları arasında uyum ve bütünlüğün gelişmesini sağlayabilir. Öğretim programı, belirlenen öğrenme progresyonları ile tutarlı ve bu progresyonların anahtar özellikleri ile birleştirilmiş öğretim materyalleri daha odaklı, daha iyi sıralanmış ve daha uyumlu hale getirilebilir.

- Öğrenme progresyonları ayrıca kanun koyucular ve uygulayıcılar için kullanışlı olacak alan alanlarında bir çalışmalar bütünü geliştirerek fen eğitimi araştırmacılarının yaptıkları çalışmalarını güçlendirmeye yardımcı olabilir. Böylece çok sayıda küçük birbirinden bağımsız çalışma sürdürmek yerine araştırmalarda bir odak noktası oluşturularak öğretmenlik ve öğretim materyallerinin geliştirilmesi açısından daha güçlü bir bilgi temelini oluşturulması, boşlukların doldurulması ve araştırma gereken alanların aydınlatılması sağlanabilir.

Etkili bir fen öğretimi sağlamak için öğretmenlerin derinlemesine ve kavramsal olarak birbiri ile ilişkili fen konu alanı bilgisine sahip olmaları gerekmektedir (Abell, 2007; NRC, 2007). Hem disiplinler arası hem de disipline ait güçlü ve birbiri ile ilişkili fen kavramlarının bilgisine sahip olan öğretmenler önemli fen kavramlarını nasıl belirleyeceklerini ve onlara nasıl odaklanacaklarını daha iyi bilmekte ve öğrencilerin öğrenme ve düşüncelerini destekleyecek daha etkili öğretim stratejilerini kullanmaktadırlar (Gess-Newsome & Lederman, 1995; Windschitl, 2009). Öğretmenler için alan bilgisi ayrıca öğrenci fikirlerini değerlendirme, ilerlemeyi ölçme, gelişme kapasitesini desteklemek için öğrencilerin var olan fikirleri üstüne inşa etme ve bilimsel açıklamaları ve tahminleri değerlendirme için gereklidir (Grossman, Schoenfeld & Lee, 2005).

Öğrencilerin fen öğrenme sürecine rehberlik etmek için uzmanlık geliştirme oldukça zor ve devamlılık gerektiren bir süreçtir. Bu süreç hem zaman alıcı hem de öğrencilerin sorgulama becerilerine rehberlik etme, iş birliğini destekleme, öğrenme teknolojilerini kullanma gibi beceriler de gerektirmektedir (Furtak vd., 2014; Schneider & Plasman, 2011). Öğretmenlerin ayrıca öğrencilerinin farklı ihtiyaçlarına cevap verebilmeleri de önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır (Schneider & Plasman, 2011). NRC (2007) raporuna göre fen öğrenenler için doğal

dünyayı bilme ve anlama, bilimsel kanıtları ve açıklamaları değerlendirme, bilimsel bilginin nasıl yapılandırıldığını anlama ve bilimsel uygulamalara ve tartışmalara katılma olmak üzere dört anahtar hedef vardır. Bu hedefleri sağlamak için aktif, teşvik edici ve etkili bir fen öğrenme ortamı oluşturmayı öğrenmek öğretmenler için basit bir iş değildir. Etkili fen öğrenme ortamlarını nasıl oluşturacaklarını öğrenmek için fen öğretmenlerinin sürekli olarak eğitimsel destek almaları gerekmektedir (Bianchini, Johnston, Oram & Cavazos, 2003; Crawford, 2000).

Öğrenme progresyonları ile ilgili olarak ele alınması gereken noktalardan biri de öğretim ve öğrenme progresyonları arasındaki ilişkidir çünkü öğretim, herhangi bir öğrenme progresyonunda öğrencilerin ilerlemesine yardımcı olmada anahtar bir rol üstlenmektedir. Öğretim olmadan öğrencilerin alandaki naif kavramalarının ötesine geçmeleri mümkün görünmemektedir (Duncan vd., 2015). Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve bunların giderilmesinde öğrencilerin o konuda gösterdikleri çok sayıda farklı kavramanın tanımlandığı araştırma temelli öğrenme progresyonlarına ihtiyaç vardır (Battista, 2011). Öğretimin daha etkili olabilmesi için öğrenme progresyonlarının bir araştırma çerçevesi olmanın ötesinde öğretmenlerin karar verme sürecinde bir araç olarak da iş görmesi oldukça önemlidir (Alonzo & Steedle, 2008; Furtak, Roberts, Morrison, Henson & Malone, 2010). Bir öğrenme progresyonunun öğretim sürecinde öğretmen için en üst düzeyde kullanışlı hale gelmesi için bu progresyonun öğrencilerin akıl yürütme süreçlerini gösterecek uygun değerlendirmelere ve öğrencilerin bu progresyonun çeşitli noktalarındaki öğrenme ihtiyaçlarına dikkat çekecek özgün olarak tasarlanmış öğretim etkinliklerine ihtiyaç vardır (Battista, 2011).

Öğrenme progresyonlarını, öğrenciler öğrenirken ve keşfederken kavrayışlarının gelişme yollarının araştırma temelli olarak tanımlanması olarak düşündüğümüzde bu öğrenmenin gösterilmesi için her zaman daha derin, daha geniş veya daha karmaşık bir yolun olacağı sonucuna varılmaktadır. Bu sebeple de öğrencilerin bir öğrenme progresyonu boyunca nerede olduklarını ve nasıl ilerlediklerini değerlendirmek oldukça önemlidir (Stains vd., 2011). Öğrencilerin bu devamlılıkta nerede olduğunu ve daha sonraki adımların neler olduğunu bilen

öğretmenler daha donanımlı görülmekte ve öğrencilerini öğrenme sürecinde ilerilere taşıyabilmektedir.

Alonzo (2011, s. 125-126) öğrenme progresyonlarını kullanarak öğretim yapmayı bir yol haritası kullanarak seyahat etmeye benzetmektedir. Haritayla seyahat eden bir sürücü ve öğrenme progresyonunu kullanarak öğretim yapan bir öğretmeni eşleştirdiği bu metafor şöyledir:

“...yol haritasından faydalanarak seyahat etmenin üç gerekli bileşeni vardır. Birincisi sürücünün varış noktasıdır. Bunu öğrenme bağlamında düşündüğümüzde öğrencilerin belli bir süre öğretimin sonunda ne bilmeleri gerektiğine ve hangi becerilere sahip olacaklarına karşılık gelmektedir. Burada yolculuğun ne kadar süreceği, yolculuk boyunca hangi deneyimlere sahip olunacağı gibi noktalar da varış noktası kadar önemlidir. Yolculuk boyunca karşılaşılan kent simgeleri uzun bir yolculuğu bölerek son durağa varış yolunda ara duraklar sağlarlar. Buna benzer şekilde öğretmenler de sadece öğrencilerin belli bir hedefe varıp varmadıklarını değil daha büyük öğretim hedeflerine ilerlerlerken geliştirmeleri gereken anlayış tiplerini de bilmeye ihtiyaç duymaktadırlar. Öğrenme progresyonları bir anlamda bu kent simgelerini düzenleyerek hem ara öğrenme hedeflerini hem de son öğretim hedefine gidiş rotaları önermektedir.

Bu seyahatin ikinci gerekli bileşeni ise bulunulan noktadır. Bir sürücü, var olduğu lokasyonu belirlemek için GPS veya çevresinde bulunan yapıların anahtar özelliklerini kullanabilir ancak öğretmenin işi daha karmaşıktır. Öğrencilerin var olan bilgi ve becerilerini saptamak için GPS gibi basit bir araç yoktur. Öğretmenler bunun yerine öğrencilerin performanslarını (görevlere karşılık) ortaya çıkarırlar ve bu performansları öğrencilerin var olduğu lokasyonun göstergesi olarak kullanırlar. Öğrenme progresyonları öğretmenlere (a) öğrencilerin bilgi ve becerilerinin hangi yönlerinin kent simgeleri gibi özellikle önemli olabileceğini tanımlamada ve (b) Bu kent simgelerini kullanarak öğrencinin lokasyonunu anlamada fayda sağlamaktadır.

Üçüncü gerekli bileşen ise başlama ve bitiş noktalarının anlamlandırılmasıyla hem sürücü hem de öğretmenin bu noktaları birleştirecek bir rotaya ihtiyaç duymasıdır. Bu görev, varış noktası veya yol boyunca bulunan ara noktalar arasında karşılıklı bir etkileşim sağlamaktadır. Öğrenme progresyonları,

öğretmenlerin (belli bir öğretim programını reçetelemeden) üretken noktaları tanımlamaları, öğrenme progresyonunun seviyeleri arasındaki bağlantıları incelemeleri ve öğrencilerin bir seviyeden diğerine ilerlemesi için yollar önermektedir. Aynı zamanda da öğrencilerin nerede olabileceğini ve nereye gittiğini ortaya çıkararak öğrenme progresyonları tek bir öğretim hedefinden daha geniş bir bakış açısı sağlamaktadır ve böylece bu büyük resim son noktada öğretime rehberlik etme potansiyeline sahip olmaktadır.”

Yukarıda bahsi geçen noktalar özetlendiğinde ise öğrenme progresyonlarının öğretmenlere sağladığı faydalar şöyle sıralanabilir (Heritage vd., 2009; Kobrin, 2014; Kobrin & Panorkou, 2016; Mosher, 2011; Stains vd., 2011):

1. Bir öğrenme progresyonuna bakarak öğretmenler öğrencilerin ne öğrenmesi gerektiğine ilişkin büyük resmi görebilir ve alanın anahtar yapı taşlarını kavrayabilir.
2. Öğrenme progresyonları belirli bir öğretim programını reçete etmeden öğretmenlerin üretken noktaları tespit etmelerine yardımcı olur. Aynı zamanda öğrencilerin nerde olduklarını ve nereye gideceklerini ortaya sererek tek bir öğretim hedefinden daha geniş bir görüş sağlar. Öğrenme progresyonlarının sağladığı çerçeveler, araçlar ve kaynaklar ile öğretmenler pedagojik alan bilgilerini dönüştürerek önemli bir kavramdan kendi uygulamalarının bir parçası haline getirebilirler.
3. Öğrenme progresyonları planlama ve öğretimin çeşitli düzeylerinde meydana gelebilecek bir problem çözme aracı olarak iş görebilir. Öğretmenler öğrenme sürecinde meydana gelebilecek potansiyel kavram yanlışlarını tespit edebilir, yeniden öğretilmesi ve gözden geçirilmesi gereken olası kavramları belirleyebilir, özgün bir kavramın veya becerinin öğretimine nasıl yaklaşabileceklerine karar verebilir, öğrencilerin öğrenme yollarını daha iyi düzenleyecek öğretim programı ve öğretim planlarını yeniden organize edebilir ve bunların belli bir yaş / beceri grubu için uygunluğunu gözden geçirebilirler.

4. Öğrenme progresyonları öğretmen eğitimi programlarının daha iyi bir şekilde tasarlanmasını ve uygulanmasını sağlayabilir. Örneğin hizmet öncesi ve profesyonel gelişim programları öğrenme progresyonlarının kapsadığı içeriğe odaklı bir şekilde yapılırsa öğretmenlerin merkezi fikirler etrafında daha derinlemesine kavrayışlar geliştirmelerine, öğrencilerin bu fikirlerde nasıl uzmanlaştığını ve bu fikirleri zamanla daha kapsamlı hale nasıl getirdiklerini, öğrencilerin ilerleyişlerini nasıl tanılayacaklarını ve onların öğretimsel ihtiyaçlarını nasıl karşılayacaklarını anlamalarına yardımcı olabilecektir.
5. Deneysel olarak çalışılmış ve açıkça tanımlanmış öğrenme progresyonları fen öğretmenleri için çok değerli bir bilgi kaynağıdır. Bu progresyonlar öğretmenlere, öğrenme progresyonunun üst çapasında bulunan kavramsal anlayışlara erişmede önemli olan noktalara işaret edecek aktiviteleri planlamada ve ilgili biçimlendirici değerlendirmeleri tasarlama ve yorumlamada rehberlik eder.
6. Öğrenme progresyonları öğrencilerin çalışmalarını yorumlamada ideal bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Progresyonlar öğretmenlere öğrencilerin çalışmalarını yorumlama ve öğrencileri farklı düzeylerde konumlandırmalarına imkân sağlar. Çünkü öğrenmenin bu devamlılıkta konumlandırılması ebeveynlere ve öğrencilere dönüt sağlarken bir puandan veya nottan daha anlamlıdır.
7. Öğrencilerin çalışmalarını incelemeye kullanışlı bir çerçeve olmasının yanısıra öğrenme progresyonları öğretmenlerin alan ve pedagoji bilgilerini de artırmaktadır. Özellikle öğretmenlerin öğrenme progresyonlarını kullanmalarına yardımcı olma amacıyla geliştirilen eğitici öğrenme progresyonları sadece öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek için değil öğretmenlerin bir alandaki öğretmenlik bilgilerini artırmalarında da kullanışlı araçlardır.

Ancak öğrenme progresyonunun geliştirildiği alanla ilgili derinlemesine bilgi sahibi olmadan öğrenme progresyonlarının varlığı öğretmenlerin fayda

sağlamaları için yeterli değildir. Özellikle de etkili biçimlendirici değerlendirmeler için öğretmenlerin kendi özgün kısa dönemli öğrenme hedefleri için iyi bir performansın ne olduğunu bilmeleri gerekmektedir (Heritage vd., 2009). Örneğin bir konuda öğrencilerin tipik olarak sahip oldukları kavram yanılgılarını bilmek biçimlendirici değerlendirmede karşılıklarına çıktığında bunları tanımalarını ve öğrenenlerin ihtiyaçlarına göre öğretimi adapte etmelerini sağlaması açısından önemlidir.

2.4.1 Öğrenme Progresyonları ile İlişkili Zorluklar

Bir önceki bölümde açıklanmaya çalışıldığı üzere öğrenme progresyonları oldukça büyük bir potansiyele sahiptir ancak bu potansiyelin farkına varılması için yapılması gereken çok sayıda iş vardır (Alonzo & Steedle, 2008; Corcoran vd., 2009). Bu durum araştırmacıların konuyla ilgili çalışan diğer araştırmacıları konuyla ilişkili yaşanabilecek öğrenme ve öğretme zorluklarına dikkat çekmelerine sebep olmaktadır. Çünkü erişideki boşlukları ortadan kaldırmayı ve akademik seviyeyi yükseltmeyi amaçlayan bir politika izlendiğinde çabuk çözümler ve her derde deva ilaçlar arayışından uzaklaşmak ve öğretmenlerin işlerini yapmak için ihtiyaç duyacakları araçları sağlamak için ciddi araştırma ve geliştirme çabaları sarfetmek gerekmektedir. Öğrenme progresyonları tüm problemleri çözmeyecek ancak çözümler bulmak için doğru yola girmemizde işlev görecektir.

Alonzo ve Steedle'a (2008) göre öğrenme progresyonlarının geliştirilmesi ve öğrencilerin kavrayışlarının değerlendirilmesinde kullanılması öğrenme progresyonlarının sahip olduğu temel zorluklardır. Öğrenme progresyonları ilave verilere dayalı olarak sürekli modifiye edilmeye ihtiyaç duyan hipotezleri temsil ettiğinden öğrencilerin düşüncelerinin gelişme yollarıyla ilgili bu varsayımların farazi doğasını fark etmek oldukça önemlidir. Shavelson ve Kurpui (2012) ise;

-progresyonun iş gördüğü kapsamı izlemenin,

-uygun deneysel temelli revizyonları yapmanın,

-progresyondaki fikirleri test etmek için tasarlanmış materyalleri kullanan sınıflardan veri elde etmenin,

-bu progresyonları sınıfta uygulayan ve yorumlamalar yapan öğretmenlerin yaşayacakları zorlukların farkında olmanın

-öğrencilerin progresyon boyunca tek bir doğrusal yol izlemeyeceklerini hesaba katarak öğrencilerin progresyona ilişkin kavrayışlarının analizlerinin anlamlı ve doğru olduğuna emin olmanın önemini ve zorluğunu vurgulamaktadırlar.

Öğrenme progresyonları ile ilgili araştırmalar halen emekleme evresinde olduğundan konuyla ilgili merkezi kaygılardan biri de araştırmacılar ve öğretim programı, değerlendirme ve standart geliştiriciler arasında diyalog sağlanmasıdır (Alonzo, 2010). NRC (2007) raporuna göre öğrenme progresyonları gelişimsel olarak kaçınılmaz değildir ancak iyi öğretime bağlıdırlar. Diğer bir deyişle öğrencilerin belirli öğrenme performanslarında bulunabilmesi ve izleyebilecekleri sıra çoğunlukla daha önceki öğrenme fırsatlarına dayanmaktadır. Bu sebeple alan uzmanlarının, araştırmacıların ve deneyimli öğretmenlerin öğrenmeye dair daha açık anlayışlar geliştirmek için ortak bir çaba gösterme noktasında buluşmaları önemli hale gelmektedir Hem araştırma hem de uygulama topluluklarına anlamlı gelecek progresyonları oluşturmak için öğrencilerin nasıl öğrendiğine yönelik uzmanlık ve bakış açılarının bir araya getirilmesinin faydalarını göz önüne almak zor olmasa da bu progresyonların geliştirildikten sonra geçerliliğinin de deneysel olarak test edilmesi gerekmektedir (Heritage, 2008).

Daha önce öğrenme progresyonları tanımlanırken belirtildiği gibi bu kavram doğrusal bir dizilimi ifade etse de öğrenme her zaman doğrusal bir yörüngede meydana gelmez. Öğrenme progresyonları bir merkezi kavrama veya büyük fikire ilişkin fikirler arasında dallanan ve bağlantılar oluşturan stratejik bir sıralamayı ifade etmektedir (Stevens vd., 2007). Bu durumda öğrenme progresyonları birbirinden izole bilgi şeritleri değil fikirlerin oluşturduğu bir gruptur. Bu sebeple öğrenme progresyonlarını disiplinlere ait fikirler arasındaki bağlantıları gösterecek birbiri ile bağlantılı şeritler örgüsü olarak algılayabilmek oldukça önemlidir (Heritage, 2008).

Briggs vd.'nin 2015 yılında yayınladıkları “Öğrenci Gelişimini Ölçme Ve Değerlendirme İçin Öğrenme Progresyonları Çerçevesinin Kullanılması” adlı raporda öğretmenlerin öğrenme progresyonları ile ilgili uygulamalarda önemli profesyonel gelişime ve işbirlikli zamana ihtiyaç duyacağı belirtilmektedir. Buna göre öğretmenler var olan öğrenme progresyonlarını kendi ihtiyaçları doğrultusunda adapte etme ve hatta birçok konu alanında önceden geliştirilmiş çerçeveler olmadığından yenilerini geliştirme noktasında birtakım gereksinimler duyacaklardır. Bunlara ek olarak öğrenme progresyonları ile ilgili görevlerin, öğretim adımlarının ve öğrencilerin çalışmalarına dayalı olarak yapılacak düzenlemelerin de öğretmenlerin karşılaşılabilecekleri zorluklar olduğu bu raporda belirtilmektedir. Choi (2012) de öğrenme progresyonları araştırmaları ile ilgili en önemli zorluklardan birinin öğrencilerin öğrenme progresyonlarına göre yetenekleri hakkında gözlemlenebilir kanıt sağlayan görevler ve öğrencinin performansını yorumlayan analitik modeller arasında bağlantı kurmak için uygun bir çerçeve geliştirmek olduğunu belirtmektedir. Bu noktada çeşitli araştırmacılar “değerlendirme üçgeni” gibi değerlendirme tasarlama çerçevelerinin zorlukları aşmada faydalı olacağını ifade etmektedirler.

2.4.2 Öğrenme Progresyonlarının Temelleri

Öğrenme Progresyonları bilişsel ve gelişimsel psikoloji, değerlendirme ve psikometri ve fen ve matematik eğitimi araştırmalarının uzun tarihinin üzerine kuruludur (Duschl, Maeng & Sezen, 2011; Sevan, Fulmer, McGaughey & Wilson, 2011; Fulmer, Liang & Liu, 2014). Bu sebeple de öğrenme progresyonlarının ne olduğunun tanımdan ziyade bağlamsal olarak anlaşılabilmesi için öncelikle fen öğrenmeyi öğrenme progresyonları etrafında düşünmeyi ve şekillendirmeyi etkileyen temel alanları gözden geçirmek faydalı olacaktır.

Öğrenme Progresyonları terimi ortaya çıkmadan önce, değerlendirme geliştirme üzerine çalışan araştırmacılar benzer çalışmalar yapmaktaydılar (Corcoran, Mosher & Rogat, 2009). A.B.D Ulusal Araştırma Konseyi'nin (NRC) 2001 yılında yayınladığı “Öğrencilerin Ne Bildiğini Bilmek” adlı raporda

değerlendirmelerde bilişsel ve ölçme bilimlerindeki ilerlemelerin göz önüne alınması ile ilgili birtakım önerilerde bulunmaktadır. Bu raporda ayrıca bilişsel modellerin ve öğrenme modellerinin de değerlendirmelerde göz önüne alınması ile öğretim, öğretim programı ve değerlendirmelerin bağlantısının kurulması gerekliliği de vurgulanmaktadır. Buna göre eğer öğrenmenin zamanla nasıl geliştiği ortaya konulabilirse “var olan öğrenci fikirlerini ortaya çıkaracak değerlendirmeler tasarlanabilir ve öğrencilerin daha gelişmiş bir kavrama düzeyine erişmelerini sağlayacak adımlar belirlenebilir” (s.182). Corcoran vd.’ne. (2009) göre bu aslında öğrenme progresyonlarının geliştirilmesi için bir çağrıdır. Bu raporda altı çizilen durumlarla ilgili çalışmalar sonrasında Berkeley Ölçme ve Değerlendirme Araştırma Merkezi’nde (BEAR) Wilson ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (örn. Black, Wilson & Yao, 2011; Wilson, 2009). Bu çalışmalarda değerlendirmelerin geliştirilmesine öğrencilerin özgün bir fen kavramını kavrayışlarının zamanla nasıl gelişebileceğini detaylı bir şekilde tanımlama yoluyla yaklaşılmakta ve sonrasında öğrencinin ilerlemesi (progresyonu), öğretilen bilgi veya becerinin kritik boyutları olarak tanımlanan süreç değişkenlerine odaklanılarak ölçülmektedir (Corcoran vd., 2009).

Bernholt vd.’ne (2011) göre öğrenme progresyonları ile ilgili araştırmalar birçok farklı kaynaktan temel almaktadır. Örneğin Bruner’in ortaya koyduğu alan düzenleme yaklaşımlarından biri olan sarmal öğretim programı öğrenme progresyonlarının bakış açısı ile birçok ana fikri paylaşmaktadır. Buna ek olarak öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları kavramaların öğrenme sürecinde oynadığı rol ile ilgili yapılmış çalışmalar da önemli bir kaynaktır. Diğer önemli kaynaklar ise öğrenme yolları (learning pathways) (örn. Petri & Niedderer, 1988), öğrenme süreçleri ve Proje 2061 Fen Okuryazarlığı Atlası (AAAS, 2001) tarafından yapılan taslak öğretim programlarıdır.

Rutstein’a (2012) göre ise Piaget’nin Bilişsel Gelişim Aşamaları ve Gagne’nin Öğrenme Hiyerarşileri gibi öğrenme progresyonlarına benzer kavramlar uzun süredir araştırılmaktadır. Örneğin Bilişsel Gelişim Aşamaları öğrencinin yeni materyali anlama yeteneği için bir öğrenme progresyonu gibi düşünülebilir. Öğrenme hiyerarşilerinde ise birbirleriyle sıralı bir ilişkisi olan yetenekler söz konusudur.

Duschl, Maeng ve Sezen'in (2011) öğrenme progresyonları ile ilgili olarak yaptıkları gözden geçirme ve analiz çalışmasında ise bu temel alanlar; (1) didaktikler ve öğretme deneyleri, (2) zihin kuramı (theory of mind) ve üstbilişsel gelişim (3) kavramsal değişim araştırmaları, (4) pedagoji ve (5) öğrenme yörüngeleri olarak ele alınmaktadır (s.127). Bir sonraki bölümde bu beş temel alan dikkate alınarak öğrenme progresyonlarının temelleri özet şeklinde açıklanmaya çalışılacaktır.

2.4.2.1 Didaktikler ve Öğretme deneyleri

Meyer (2012) didaktikleri, bir disiplin, bir öğretme ve öğrenme teorisi, öğretmenler ve öğrencilerle ilgili bir araştırma alanı, öğretim programı, ders planlama, sınıf içi öğretim, öğrenci danışmanlığı ve öğrenciyi değerlendirme olarak açıklamaktadır. Didaktik terimi Avrupa geleneğinden gelmekte olup Klette (2007) bu geleneği öğretmenler ve öğrenciler (kim), konu alanı (ne) ve öğretim yöntemleri (nasıl) arasındaki ilişki olarak tanımlamaktadır. Alman Didaktik geleneğinin tarihsel gelişimini inceleyen Hopmann'a göre Didaktikler bir sıra, dizi, seçenek meselesidir ve bu sebeple de Öğrenme Progresyonlarına yönelik A.B.D' de var olan düşünceyle ilişkilendirilebilir (Duschl vd., 2011).

Alman Didaktik (fen eğitimi) geleneğinde Bruner'in (1977) sarmal öğretim programı fikri, öğretim programı geliştirmeyi önemli derecede etkilemiştir. Bu geleneğe dayalı olarak yapılan çalışmalarda ise öğretim için olan fen içerik alanı ile fen içerik alanı arasındaki farkın dikkatli bir şekilde ayırt edilmesi gerekliliğine dikkat çekilmektedir. Öğretim için olan fen içerik alanını planlamada ise fen içeriğine ve fen öğrenmeye eşit derecede önem verilerek içerik yapı haritaları tasarlanmaktadır. Bu içerik yapı haritaları Proje 2061 Fen Okuryazarlığı Atlası'ndaki haritalarla aynı dili kullanmaktadır. Örneğin haritalarda kullanılan oklar gösterilen bir dizinin fen bakış açısından doğru olup olmadığını ve bu dizinin öğrenciler tarafından öğrenip öğrenilmeyeceğine işaret etmektedir. Bu haritalarda hem fen içerik alanının özellikleri hem de öğrencilerin içeriği öğrenmesi ile ilgili meseleler göz önüne alındığından ve deneysel çalışmalara dayandığından ilk öğrenme progresyonları olarak görülebilirler (Bernholt vd., 2011). Bu konudaki

fikirler daha sonra fen eğitimi araştırmalarını ve öğretmen profesyonel gelişim programlarını geliştirmek için kavramsal bir çerçeve sağlayan “Eğitimin Yeniden Yapılandırılması Modeline (Model of Educational Reconstruction)” kaynaklık etmiştir. Modelin ana odağı ise öğretmen ve öğrenmenin kalitesinin artırılabilmesi için fen konu alanına ve öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına ve yeteneklerine eşit düzeyde önem verilmesidir (Duit, Gropengreisser, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012). Modelin köşetaşı olarak sayılabilecek bir yöntem ise “Öğretme Deneyleri (Teaching Experiments) adı verilen, bireylerin alan özel (domain-specific) bağlamlarda (örn: evrim, ekoloji, adaptasyon, hücresel işlevler) kavramsal anlayışları nasıl düzenlediğini belirlemeye çalışan görüşme tipinde bir yöntemdir (Duschl vd., 2011). Modelde öğretimin tasarlanmasında içerik yapısı ve öğrencinin öğrenme süreçleri oldukça yakın ilişkili olduğundan öğrenme progresyonları bakış açısından öne sürülen tasarım fikirlerine benzerdir (Bernholt vd., 2011; Duschl vd., 2011).

2.4.2.2 Zihin kuramı (Theory of mind) ve Üstbilişsel gelişim

Piaget'nin çocukların gelişime bilişsel olarak egosentrik olarak başladıklarını öne süren zihin bilgisi gelişimi araştırmalarından başlayarak, çocukların bilişsel yeteneklerine odaklanan araştırma alanları üç ana akımda incelenebilir. Bunlar: egosentrizm, üstbiliş ve zihin kuramıdır (Flavell & Miller, 1998; Flavell, 1999; 2000). Bunlardan biri olan zihin kuramı alana yön vermekte (Flavell, 1999;2000) ve bireyin davranışlarını tahmin etmek veya açıklamak için inançlar, istekler, niyetler, hisler ve bilgi gibi zihinsel durumlarına yön verme yetenekleri olarak tanımlanmaktadır. Zihin kuramı, dünyayı daha iyi anlamak ve sosyal etkileşimleri yönlendirmek için gerekli görölmektedir.

Çocuğun zihin kuramı akıl yürütmenin kritik bir habercisi ve temelidir. Buna ek olarak bilginin öznel olduğu ve bireylerin doğal olgulara ilişkin farklı yorumlamaları olabileceğini göz önüne almaktadır (Duschl vd., 2011). Zihin kuramı ve zihnin bilgi ile manipüle edilmesinin öznelliğini ve hassaslığını ortaya çıkarmaya yönelik olan “yanlış inanç” fikri zihin kuramının radikal bir kavramsal değişimden- kavramsal olmayan bir zihin durumundan yetişkinlerinkine benzer

zihinsel bir anlayışa doğru- gittiğini gösterdiğinden teorik olarak önemlidir. Zihin kuramı ve yanlış inanç fikri olmadan çocuklar bilimsel argümantasyonda bulunamaz, bu sebeple de zihin kuramının gelişimi ile çocukların modelleme olgusu ve alternatif modeller ve teorileri tartışmaları arasındaki ilişkinin incelenmesi gerekmektedir (Duschl vd., 2011; NRC, 2007). Metz'e (2009) göre çocukların okul dönemindeki gelişimini inceleyen çalışmalarda bilimsel akıl yürütmeye sadece bilgi faktörünün etkisini göz önüne alan çalışmalar çocukların düşünce gücünün önemsiz olduğu gibi bir algı yaratmaktadır.

Duschl vd.'ne (2011) göre çocukların ortaya çıkmakta olan bilimsel akıl yürütme becerilerini öne çıkarmayı ve geliştirmeyi seçip seçmemiz fen öğrenmenin amaçlarını nasıl yapılandırdığımızla ve öğrenme çıktılarını nasıl ulaşabileceğimize bağlıdır. Bilim yapmayı ve bilimsel bilginin nasıl geliştirildiğini anlamaya odaklanmak için çocukların gösterim, model oluşturma, nedensel akıl yürütme ve benzeri becerilerle ilgili ortaya çıkmakta olan fikir ve kapasitelerini temele almak gerekmektedir.

Öğrenme Progresyonları öğrenme yollarına rehberlik eden eğitim aktiviteleri döngüleri veya dizileri olarak algılandıklarından, öğrenciler erken dönemlerden itibaren fikirler, kanıt, iddalar ve/veya uygulamalarla ilgili daha gelişmiş bilme ve düşünme yollarına doğru ilerlerken geçirdikleri süreç de önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda zihin kuramı ve üstbilişsel gelişim çocukları düşünürler ve bilenler olarak nasıl gördüğümüz konusunda yeniden kavramsallaştırma yapabilmemize olanak sağlamaktadır.

2.4.2.3 Kavramsal değişim araştırmaları

Öğrenme progresyonları, öğretme dizileri ve öğretme deneyleri üzerinde düşünürken fen eğitimi araştırmacıları, eğitim psikologları ve bilişsel bilimciler kavramsal değişim araştırma programlarından önemli derecede faydalanmaktadır. (Duschl vd., 2011). Çünkü geçtiğimiz 30 yıldaki fen öğrenme araştırmaları birçok öğrencinin çeşitli doğal olgularla ilgili hatalı ön bilgileri (örn. kavram yanlışları) olduğunu göstermektedir (Taasobshirazi & Sinatra, 2011; Tekkaya, 2010; Treagust & Duit, 2008). Bu hatalı ön bilgilerin fizik, astronomi, biyoloji ve kimya

gibi birçok disiplinde var olması öğrencilerin öğrenmesi açısından negatif etkiler oluşturmaktadır (diSessa, Gillespie & Esterly, 2004; Fulmer, 2013). Çünkü öğrencilerin psikolojik, sosyal ve fiziksel dünyayı anlamak için günlük deneyimleri üzerine yapılandıkları bu alternatif veya naif kavramlar, okulda öğretilen bilgiler ile çelişmektedir (Sinatra, 2005).

Kavram yanılgılarının öğrenme sürecindeki negatif etkilerini göz önüne alan araştırmacılar, öğrencilerin kavram yanılgılarına işaret etmek için son yıllarda fen eğitiminde oldukça önemli bir alan haline gelen kavramsal değişim yaklaşımını öne sürmüşlerdir (diSessa, Gillespie & Esterly, 2004; Duit & Treagust, 2003; Vosniadou, 2008). Posner, Strike, Hewson ve Gertzog' un (1982) çalışmaları ile ortaya çıkan kavramsal değişim modelinde değişim, bir kavramın veya kavramsal ekolojinin bir bileşenindeki değişimi ifade etmektedir. Değişim sürecinde öğrenci, önceki bilgilerini yeniden yapılandırabilir, modifiye edebilir veya tamamen terk edebilir (Strike & Posner, 1985). Başlangıç çalışmalarından on yıl sonra Strike ve Posner (1992) kavramsal değişim modelini gelen eleştiriler doğrultusunda tekrar ele almışlardır. Çünkü orijinal model bazı yazarlar tarafından çok rasyonel görülmüş ve öğrenen rolündeki çocuklara tam anlamı ile uygulanamayabileceği şeklinde eleştirilmiştir. Geliştirilen güncel modeller (örn: Dole & Sinatra, 1998, CRKM; Gregoire, 2003, CAMCC) ilk modelden daha az deterministiktir ve öğrenenlerin niyetlerini motivasyon ve bilişi birbirine bağlayarak ele alır (Sinatra & Pintrich, 2003). Vosniadou (2002) da kavramsal değişim teorisinin tam anlamıyla ele alınabilmesi için (1) bireysel bilişsel değişimlere; (2) bireysel motivasyonel ve duyuşsal değişkenlere; (3) eğitim düzenlemelerine ve (4) öğrencinin yaşadığı ve öğrendiği sosyal ve kültürel çevreye ilişkin bilgi sağlaması gerektiğini ifade etmektedir.

Posner vd' nin (1982) modeli Kuhn'un (1996) öğrenenlerin yeni bir kavramı ancak var olan yapı ile ilgili bir memnuniyetsizlik yaşadıklarına kabul edebileceklerini ifade eden paradigma kayması modeli ile analogtur (Allen, 2010). Kavramsal değişim sürecine ilişkin teorilerden biri olan "açıklayıcı çerçeveler" (explanatory frameworks, framework theory, theory-theory) görüşüne göre kavramsal değişime giden yolda ön bilgilerin dereceli olarak gözden geçirilmesi, modifiye edilmesi veya yer değiştirmesi söz konusudur (Carey, 1985; Vosniadou,

1994a) Bu süreçte bireylerin başlangıçtaki kavrayışları veya inançlarının bilimsel olarak kabul edilen kavrayışlarla daha *uyumlu* hale getirilmesi söz konusudur (Vosniaodou, 2008). Ancak, kavramsal değişimi gerektiren öğrenme, yapılandırmacılık açısından birtakım problemler içerir çünkü yapılandırmacılık teorisinde öğrencilerin var olan bilgilerinin üzerine yapılandırmanın önemi vurgulanırken kavramsal değişim araştırmaları öğrencilerin bildiklerinin bilimsel teoriler ve açıklamalarla çelişki halinde olduğunu söylemektedir (Vosniaodou, 2014). Vosniaodou'ya (2014) göre fragmentasyon ve sentetik kavramalar süreçte kaçınılmaz olduğundan, bunları azaltmak için öğrencilerin başlangıçtaki inançları ve açıklamaları göz önüne almalı, bu ön bilgilerin üretken alanları dikkatlice belirlenmeli böylece bilimsel bilgi inşa edilmelidir. Bu süreç öğretim programını tasarlarken, öğretilecek kavramların dizilimi ve özellikle dikkat çekilecek alanlar belirlenirken uzun süreli bir bakış açısına sahip olmayı gerektirmektedir.

Başka bir görüşe göre ise öğrencilerin bilgi yapıları organize edilmiş çerçeveler şeklinde değil sistematik bir şekilde bir araya getirilmemiş olan parçalardan meydana gelir (diSessa, 1988). Dünyaya ilişkin sezgisel bilginin, olgusal fikirlerin daha geniş, çeşitli ve kısmi olarak derlenmesi ile ortaya çıkan ve p-primler (phenomenological primitives) olarak anılan daha parçalı bir şekle sahip olduğunu destekleyen bu görüşe göre ise fikirler organize bir şekilde yapılandırılmadığından öğrencilerin bunları yeni durumlara uygulaması zordur (Talanquer, 2009). Alanyazında “Parçalı bilgi” olarak da karşımıza çıkan bu görüşün çerçeve teorisi ile benzer yönü kaynakların yeniden organize edilmesi ve uyumlu hale getirilmesi üzerine kurulu olmasıdır (diSessa & Sherin, 1998). Kavram gelişimi ve kavramsal değişim alanındaki araştırmacıların, sezgisel bilgimizin bütünlük ve uyum derecesine ilişkin olarak öne sürdükleri iddialar (varsayımlar, merkezi hipotezler, p-primler, merkezi sezgiler veya kavramsal kaynaklar gibi) bir alana ait düşüncelerimizi yönlendirir ve onlara rehberlik eder (Talanquer, 2009).

Navarro'ya (2014) göre 1980'lerin başından beri kavramsal gelişim ve kavramsal değişim çalışmaları özellikle öğrencilerin alternatif fikirlerine odaklanarak devam etmiş ancak bu hareket öğrencilerin hatalı kavramalarının uzun envanterlerinin oluşmasına sebep olmuştur. Son 15 yılda yapılan öğrenme progresyonları çalışmaları ise öğrencilerin fikirlerinin naif kavramalardan bilimsel

olanlara doğru daha akla yatkın bir yol izlemesini sağlamaktadır. Bu araştırmalar, öğrencilerin takip edecekleri yol ağlarını elde etmek için, öğrencilerin somut kavramlarını oluşturan temel süreçleri tespit etmeye dayalı olduğundan daha önceki araştırmalara eklemeler yaparak ilerlemektedir.

Bazı araştırmacılara göre ön bilgiler ve kavram yanılgıları öğrenme progresyonları çalışmasının ayrılmaz bir parçasıdır çünkü öğrencilerin farklı düzeylerdeki bilgilerini ve uygulamalarını anlamlandırmak ve üretken sıçrama noktalarını belirlemek için odak noktasını oluştururlar (Kobrin vd., 2015). Alonzo'ya (2011) göre biçimlendirici öğrenme ve biçimlendirici değerlendirmeye odaklı öğretim yapabilmek için öğrencilerin neyi anlamadığı (kavram yanılgıları) ve daha da önemlisi neyi anladıkları ve düşüncelerin doğası göz önüne alınmalıdır. Ayrıca, öğrencilerin yanıtlarını bilimsel yanıtlarla eşleştirerek değerlendirilen disiplinler bir yaklaşımdan öğrencilerin bir konuyla ilgili düşüncelerini daha geniş bir bağlamda değerlendiren öğrenci odaklı bir bakış açısına ihtiyaç vardır. Bu sebeple de uzmanlar tarafından geliştirilmiş, iyi organize edilmiş, bağlam içinde kullanılmış ve kolay erişilebilir öğrenme progresyonları önemli hale gelmektedir (Stevens, Delgado & Krajcik, 2009). Çünkü bu yaklaşımın ana fikri, özgün bir fen öğretim programından bağımsız şekilde kavramsal gelişimi sınıf düzeyleri boyunca değerlendirmek ve böylece öğretim ve düzeyler arasındaki örtüşme ile ilgili tanılayıcı bilgiler elde etmektir (Shawn, Shin, Delgado & Krajcik, 2007). Öğrencilerin belirli bir alanda sahip oldukları örtük varsayımların ve akıl yürütme stratejilerin tespit edilmesi ve bunların öğrenme veya gelişimle birlikte nasıl evrildiğinin nitelendirilmesi, öğrencilerin bu alanda nasıl uzmanlık kazandığını tanımlayacak öğrenme progresyonları geliştirilmesine imkân vermektedir (Smith, Wiser, Anderson & Krajcik, 2006). Böylece öğrencilerin ilerleyişini uygun bir şekilde takip etmek için ve biçimlendirici geribildirim sağlamak için gerekli performans standartlarını açıkça ortaya koymak da mümkün olmaktadır (Wilson & Bertenthal, 2005; Wilson & Scalise, 2006). Buna ek olarak, öğrencilerin ön bilgilerini ve deneyimlerini göz önüne alarak geliştirilen öğretim materyalleri ve değerlendirmeler de öğrencilerin daha uyumlu bilgiler geliştirmesine ve kavramsal anlayışın sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (Shin, Stevens, Short & Krajcik, 2009; Stevens vd., 2009).

2.4.2.4 Pedagoji

Duschl vd. (2011) öğrenme progresyonlarının temellerini açıklarken *pedagoji* bölümünü Öğretim Programı-Öğretim-Değerlendirme (Curriculum-Instruction-Assessment) Uyuşmasına odaklanarak ele almaktadır.

Fortus ve Krajcik'e (2012) göre öğrenme progresyonları, program geliştiricilerin, içerik standartları, öğrenme hedefleri, üniteler arası ve ünite içinde bütünlük sağlamalarına yardımcı olarak standartların, öğretim programının ve değerlendirmelerin uyumlu olmasını sağlayabilmektedir. Krajcik'e (2012) göre ise öğrenme progresyonları fen eğitiminde sıklıkla sunulduğu gibi alan fikirlerinin bir paragraflık/bir sayfalık tanımından daha ileri giderek öğretim programını tasarlayanlara, öğrencilerin var olan anlayışlarından yola çıkıp zamanla daha zengin ve daha ilişkili fikirleri oluşturmaları için gerekli araçları sağlamaktadır (Merritt, Krajcik & Shwartz, 2008; Krajcik, 2012). Öğrenme progresyonlarının temelindeki motivasyonlardan biri de öğretimin ve değerlendirmelerin tasarlanmasına katkıda bulunabilecek öğretim programı rehberliği sağlamaktır (Ford, 2015; NRC, 2006). Bu sebeple de öğretim programı materyalleri sadece alanın doğasını değil öğrencilerin nasıl öğrendiği ve akıl yürüttüğü de göz önüne alınarak yapılandırılmalıdır (Shavelson & Kurpius, 2012).

Öğretim programı, öğretim ve değerlendirmenin uyuşması temelde öğrenmenin gelişiminde biçimlendirici değerlendirmelerin önemi ve rolü ile ilgili araştırmalardan köken almaktadır. Öğrenmenin, öğretime ve öğretmenlerin karar vermelerine rehberlik eden biçimlendirici değerlendirmeler yolu ile izlenmesi öğretimin uyarlanabilir olmasını sağlamaktadır (Duschl vd., 2011). Bu doğrultuda öğrencilerin düşüncelerinin zamanla nasıl değiştiğini anlamayı sağlayacak anlamlı değerlendirmelerin tasarlanması için öğrenme progresyonları oldukça umut verici bir çerçeve sağlamaktadır (Alonzo & Steedle, 2009; Furtak, Morrison & Kroog, 2014). Corcoran vd.'ne (2009) göre öğrenme progresyonu temelli değerlendirmeler kolay yorumlanabilir olduğundan öğretmenler, öğrencilerinin ihtiyaçlarına ve bu ihtiyaçlara öğretimsel olarak nasıl cevap vereceklerine dair daha kesin kararlar verebilmektedir. Çünkü öğrencilerin yaşına veya gelişimsel düzeyine uygun öğrenme progresyonlarının kullanılması ile önerilen konu ve izlenen yol öğrenen

için daha erişilebilir olmaktadır. Metz'e (2009) göre öğrenme progresyonları için bir çerçeve oluştururken "gelişim düzeyine uygun" olanın ne olduğunu tekrar tekrar ele almamız gereklidir çünkü çocuklar ele aldığımız konu ile ilgili düşündüğümüzden daha yeterli olabilmektedir.

Öğrenme progresyonlarının anahtar pedagojik bileşenlerinden biri de öğrenmenin değerlendirme çerçeveleri olarak görev yapabilecek öğrenme performanslarını temele alınarak öğretim destekli olarak geliştirilmesidir. Öğretim; öğrencilerin öğretim programının özgün hale getirdiği alan ve hedefleri öğrenmelerine yardım eden öğretme ve öğrenme aktivitelerini ifade etmektedir. Öğretmenin öğrenci ile etkileştiği zaman olan öğretim, çok çeşitli yöntemleri, aktivite dizilimleri veya konu sıraları ile gerçekleştirilebilir. Öğrenme progresyonlarının tanımlarından biri de bir alandaki öğrenmenin uygun öğretimle nasıl geliştiğine ilişkin hipotetik modellerdir şeklinde ifade edilerek dikkatli bir şekilde tasarlanmış öğretime vurgu yapmaktadır (Duncan, Choi, Castro-Faix & Cavera, 2017). Öğretim destekli gelişim öğretme dizileri öğrencilerin veri modellemesi ile öğrenmesini ve onu kullanmasını, matematik ve fen arasında köprü kurmasını, sorgulamaya dayalı çalışmalarda bulunmasını ve farklı gösterim şekillerini kullanmasını sağlamaktadır. Bu sebeple de öğrenme progresyonlarına dayalı öğretimde odak noktasının ne bildiğimiz (örneğin ilkeler ve beceriler) değil nasıl bildiğimiz ve birbiri ile çelişen bilimsel iddialarla ilgili bildiklerimize neden inandığımız olması önerilmektedir. Buradan yola çıkarak da fen öğretiminde bilimsel bilgi ve akıl yürütmenin gelişiminde kritik olan temel bilimsel bilgi ve uygulamaların öğrenilmesini sağlamak için kurulacak yatay ve dikey bağlantıların daha uzun öğrenme dizileri ile mümkün olabileceği belirtilmektedir. Çünkü zengin kavramsal bilginin geliştirilmesi için zaman, öğretim desteği ve tutarlı değerlendirme uygulamalarının aracılığına ihtiyaç duyulmaktadır (Duschl vd., 2011).

Fene ait kritik fikirlerin kavramsal anlayışının gelişimini destekleyebilmeleri için öğretim materyallerinin sahip olması gereken en önemli özelliklerden biri de bütünlüktür (Fortus & Krajcik, 2012; Shin vd., 2009). Bütünlük, öğrenenlerde derinlemesine ve birbiri ile ilişkili kavramsal anlayışların gelişimine yardımcı olabilmek için özgün fikirlerin uyumlu hale getirilmesine,

sıralanmasına ve organize edilmesine ilişkin sistematik bir yaklaşımdır (Schmidt, Wang & McKnight, 2005; Schwarz vd. 2009). Buna göre bütünlüğün öğrenme hedeflerinde bütünlük, öğretim programının bütünlüğü ve bilişsel bütünlük olmak üzere üç yönü vardır. Schwarz vd.'ne (2008) göre öğrenme hedeflerinin bütünlüğü öğretim programına yansıtılarak sınıf düzeyi içinde ve düzeyler arasında geliştirilmelidir. Öğretim programının bütünlüğü konuların uyumlu hale getirilmesini, çalışılacak konuların derinliğini ve konuların sınıf düzeyi içinde ve düzeyler arasındaki sıralanmasını belirtmektedir. Öğretim programının bütünlüğü özgün fikirlerin tutarlı bir kavrayışı anlamına gelen bilişsel bütünlüğe erişmek için gereklidir.

Öğretim programının değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalardan bazılarında (örn. Kesidou & Roseman, 2002; Stern & Roseman, 2004), öğretim programlarının çoğunlukla oldukça geniş çapta konularla uğraştığı ve tutarlı yaşa uygun öğrenme hedeflerine odaklanmadığı belirtilmektedir. Buna göre anahtar kavramlar detaylı ve hatta ilişkisiz fikirlerin arasında kaybolmakta, öğretim programı öğrencilerin inançlarını ve ön bilgilerini öğretmenlerin etkili bir şekilde cevap vermesini sağlayacak şekilde ele almamakta ve öğrencilerin kavrama ve akıl yürütme becerilerini desteklememektedir. Schwartz vd.'ne (2008) göre öğretmenleri ve öğrencileri daha iyi destekleyecek araştırmaya dayalı yeni fen öğretim programlarına ihtiyaç vardır ve bu programların disiplinler arası bütünlüğü sağlamayı odak noktası olarak almaları oldukça önemlidir.

Fen eğitimindeki “mil genişliğinde, inç derinliğinde” yaklaşımına göre araştırmacılar ve eğitimciler fen öğretim programlarını çok sayıda bağlantısız standart yerine birkaç büyük fikir etrafında gelişimsel bir yaklaşım önermektedirler (Smith vd., 2006). Bu büyük fikirler fen okuryazarlığını geliştirme ve daha sonraki öğrenmelere temel sağlama açısından önemli olarak tanımlanan ilkelere. Öğrenme progresyonları fikri de öğretim programı içeriğini organize ederek öğrencilerin büyük bir fikri kavrayışlarının zamanla gelişimini sağlayacak potansiyel yolları sağladığından bütünlüğü olan bir öğretim programını tasarlamak için umut vadeden bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Smith vd., 2006; Duschl vd., 2007; Shin vd., 2009).

2.4.2.5 Öğrenme yörüngeleri

Öğrenme progresyonlarının tasarlanması ve geçerliliğinin saptanmasına yönelik yöntemlere katkıda bulunan önemli kaynaklardan biri de özellikle matematik eğitimi topluluğu tarafından tanımlanan öğrenme yörüngeleridir (Duschl vd., 2011). Progresyon terimi genellikle fen alanında karşımıza çıkarken yörüngeler terimi matematik alanında karşımıza çıkmaktadır ve öğrenme yörüngeleriyle sıklıkla aynı anlamda kullanılsa da aralarında nüanslar olduğundan birbirinden ayrıştırılması gerekmektedir (Battista, 2011). Buna göre progresyonlar daha büyük materyal yığınlarını ifade etmekte ve progresyonların yapısı bilimsel alanda kabul görülmüş veya çözülmüş olan bilginin yapısını yansıtmaktadır. Diğer bir deyişle progresyonlar öğretim programı gibi geniş bir bağlamda ele alınırken, yörüngeler gelişimsel sıralamalardır (Confrey & Maloney, 2015).

Hipotetik ve eylemsel olmak üzere iki türü olan öğrenme yörüngeleri düşüncelerin, akıl yürütme yollarının ve stratejilerinin sıralanmasının detaylı tanımlarıdır ve öğrencinin bu dizi boyunca karşılaştığı görevler ve sosyal etkileşimlerle nasıl başa çıktığını da spesifik bir şekilde göstermektedir (Battista, 2011). Eylemsel öğrenme yörüngeleri öğrencilerin başlangıçtaki kavramlarının ve işlemlerinin bir modeli, çocuğun öğrenme durumlarındaki interaktif matematiksel aktivitesi sonucu olarak bu kavramlardaki ve işlemlerdeki gözlenebilir değişikliklerin açıklaması ve bu değişikliklerin içeriğindeki matematiksel etkileşimler olarak tanımlanmaktadır (Steffe, 2004).

Battista'ya (2011) göre öğrenme yörüngeleri ve öğrenme progresyonları arasındaki kritik farklardan biri yörüngeler öğretimle ilgili tasvirleri içerirken progresyonların içermemesidir çünkü araştırmacılar öğrenme programı gelişimi için öğrenme yörüngelerini yapılandırırken öğretimsel farklılıkların yörüngeleri nasıl etkilediğine karar vermektedirler. Eğer bir dizi bir öğretim programı için test edildi ise bunun diğer bir öğretim programına ne kadar uyduğunu görmek burada önem kazanmaktadır. Bunun yanı sıra bir öğretim programı için eylemsel yörüngelerin her bir öğrenci için hipotetik öğrenme yörüngesinden nasıl farklılaştığı da önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır.

Öğrenme progresyonları ile öğrenme yörüngeleri ile ilgili diğer bir fark ise kullanım amaçları ve sonuçtaki gelişimden kaynaklanmaktadır. Eğer bir öğretim programı tasarlanıp test ediliyorsa, o öğretim programındaki öğrenme görevlerinin sabit bir dizilimine odaklanılmaktadır. Ancak eğer biçimlendirici değerlendirmeye dayalı olarak birçok öğretim programına uygun bir sisteme odaklanılıyorsa sabit biri dizilime değil çok sayıda değerlendirme görevine dayalı olarak bir öğrenme progresyonu geliştirilecektir. Çünkü genel bir öğrenme progresyonu herhangi bir öğretim programını temsil etmeksizin öğrencilerin bir konuya ilişkin akıl yürütmelerinin çeşitli yollarını tanımlamakta ve öğrencilerin var olan bilişsel yapılarını anlamaya ve onlara tepki oluşturmaya odaklanmaktadır. Burada öğrenme progresyonlarının avantajı ise geniş çapta uygulanabilir olmaları ve genel öğrenci bilişine sıkı sıkıya odaklanmalarıdır. Öğrenme yörüngelerinin avantajı ise bir öğretim programı boyunca öğrencilerin ilerlemesini takip etmedeki özgünlükleridir (Battista, 2011).

2.4.3 Öğrenme Progresyonları Çerçevesi

2.4.4 Öğrenme Progresyonları ile İlişkili Kavramlar

Salinas'a (2009) göre öğrenme progresyonlarının gelişimi öğrenmeye kanıt elde etmek amacıyla tasarlanan değerlendirmeleri de beraberinde getirmektedir. Bu sebeple *öğrenme progresyonu temelli değerlendirmeler* ilişkili kavramlardan ilki olarak karşımıza çıkmaktadır. *Öğrenme performansları* terimi ise "öğrencilerin büyük fikirlere ve bilimsel uygulamalara yönelik anlayışlarını ortaya çıkaracak, sınıf içi ve değerlendirme ortamlarına uygun görev veya etkinlik türleridir (Smith vd., 2006).

Konu ile ilişkilendirilebilecek bir başka terim ise öğretim program tasarlایıcıları tarafından öğrenci gelişimine yönelik önemli aşamaları özetleyen veya özgün bir öğretim programının içeriğini tanımlayarak öğrencilerin ilerlemesini belli bir zaman boyunca takip etmeyi sağlayacak olan *süreç değişkenleri* terimidir (Wilson & Sloane, 2000). Süreç değişkenleri, ilgili alanyazında “büyük fikirler” olarak da karşımıza çıkan tüm erişim düzeylerinde var olan bilgi ve uygulama alanlarıdır ve bu yönleriyle gelişimleri düzeyler boyunca izlenebilmektedir (Catley, Lehrer & Reiser, 2005; NRC, 2007). Süreç değişkenlerinin geliştirilmesi yinelemeli bir süreçtir, yani bilgi ve uygulamanın nasıl organize edildiği ile ilgili teorilerden ve kısmen de değerlendirme ve öğrencilerin akıl yürütmeleri ile ilgili deneysel çalışmalar ile elde edilmektedirler (Briggs, Alonzo, Schwab & Wilson, 2004; Draney & Wilson, 2007). Burada bahsi geçen *erişim düzeyleri* ise süreç değişkenleri arasında öğrenenlerin bilgi ve uygulamalarında bulunan örüntülerdir. Farklı süreç değişkenleri için öğrencilerin performanslarının tahmin edilebilir yollarla bütünleşmiş olması ve özgün öğrenme performanslarının tanımlanması öğrenme progresyonları hipotezinin anahtar parçalarıdır. Öğrenme performansları yolu ile değerlendirmelerden ve öğretmenlik uygulamalarından elde edilen deneysel verileri öğrenme progresyonları çerçevesi ile ilişkilendirip, öğrenme progresyonları hipotezini test etmek mümkün olmaktadır (Jin & Anderson, 2007). Bir öğrenme progresyonunu tasarlarırken bu elemanları oldukça dikkatli bir şekilde göz önünde bulundurmak gerekmektedir çünkü bu yolla öğrencilerin öğrenmeleri biçimlendirici değerlendirme uygulamaları yolu ile ürünler şeklinde ifade edilebilmekte ve öğrenme progresyonları ve öğretmenlik uygulamaları birbirleri ile bağlantılı hale gelmektedir (Salinas, 2009).

Driver, Leach, Scott ve Wood-Robinson (2004) tarafından kullanılan *kavramsal yörünge* terimi ise evrimsel bir çerçeveden bir alandaki öğrenilecek bilginin sunum yollarında önemli adımları gösteren kavramsallaştırmaların dizilimi boyunca gerçekleşen ilerlemeyi ifade etmektedir. Buna göre kavramsal yörünge akıl yürütmeye ilişkin tek bir yolu tanımlamaz bunun yerine öğretim programına ait düzenlemelerde öğrenciler tarafından gösterilen akıl yürütümedeki değişimlerin doğasına işaret etmektedir.

Öğrenme progresyonları çerçevesi ile ilgili araştırmalarda karşımıza çıkan bir başka kavram ise *yapı haritaları*dır. Yapı haritaları ifadesindeki “yapı” bir konunun öğrenilmesinde önemli ve gerekli adımları oluşturan bir kavramın anlaşılmasını ifade etmektedir (Black, Wilson & Yao, 2011). Ölçme bağlamında yapılar gizlidir çünkü doğrudan gözlenemez ve cevaplardan elde edilirler. (Lee & Liu, 2009). Yapının içeriğinin uyumlu ve sağlam şekilde tanımlanmasına dayalı olarak elde edilen yapı haritaları kavramın bir uçtan diğereine anlaşılma derecelerini gösteren basit bir şekle sahiptir. Ayrıca, yapı haritaları sadece değerlendirmelerin geliştirilmesine değil öğretmenlerin biçimlendirici değerlendirme sonuçlarına ilişkin yorumlamalarına ve öğrencilerin yapı haritasında nerede bulduklarının anlaşılmasına da katkı sağlar (Black, Wilson & Yao, 2011; Mohan, Chen & Anderson, 2009). Öğrenme progresyonları araştırmalarında öğrencilerin çeşitli düzeylerdeki performanslarının tanımlanması gerektiğinden bu yapı haritası oluşturma yaklaşımı madde dizaynlarına karar vermede, öğrencileri önerilen yapıda çeşitli yeterlilik düzeylerinde gruplama ve bir müdahale süreci boyunca öğrencilerin yeterliliklerinin ilerleyişini takip etmede kullanılır (Lee & Liu, 2009). Black vd.’ne (2011) göre yapı haritaları öğrenme ile ilgili araştırmalara dayalı olarak tasarlanır ve bu araştırmalara dayalı öğretim program materyalleri ile geçerliliği kabul edilirse öğretmenlerin öğretim programına dair anlayışları ile öğretimlerinin bu programın hedeflerini ve öğrencilerin öğrenmesini zamanla nasıl destekleyeceği arasında önemli bir bağlantı sağlar. Bazı öğretmenler öğrencilerin ilerleyebilmesi için belirli görevler geliştirebilecek pedagojik alan bilgisine sahip olabilese de öğrenme progresyonları öğretmenlere kendi sınıf ortamlarının ihtiyaçlarına uygun şekilde değişiklik yapabilecekleri bir grup fikir sunmaktadır (Krajcik, 2011).

2.4.5 Öğrenme Progresyonlarının Geliştirilmesi

Farklı öğretim ortamlarında öğrencilerin fen kavramlarını kavrayışlarının nasıl değiştiğine ilişkin boylamsal bilgi eksikliği nedeniyle öğrenme progresyonlarının geliştirilmesi hem öğrenme progresyonunun hem de ilişkili elemanların revizyonunu gerektiren yinelemeli bir süreçtir (Alonzo & Steedle, 2008; Duschl vd., 2011) Öğrencilerin kavradıklarını değerlendirme girişiminde

bulunulduğunda düşüncelerindeki örüntüler hakkında daha çok bilgi edinilmekte ve bu durum öğrenme progresyonunun kendisini de etkilemektedir. (Alonzo & Steedle, 2008).

Briggs vd.'ne. (2006) göre öğrenme progresyonu geliştirme süreci öğrenme progresyonunun yapısının tanımlanması ile başlar. Örneğin standartlarla ilgili belgeler veya bilişsel fen araştırmaları öğrencilerin bir fen kavramı ile ilgili ne anlamasının beklendiğini belirlemek için kullanılabilir. Buradan öğrenme progresyonunun en üst düzeyi tanımlanır. Öğrenme progresyonlarının daha alt düzeyleri ise “kavram yanlışlarını” ve o kavramın tam olarak gelişmesini destekleyecek üretken fikirleri de içeren alanyazın taraması ile belirlenebilir. Düzeylerin tanımlanması hem araştırma alanyazınında tanımlanan fikirler için sıralanmış bir progresyonu ortaya koymayı hem de benzer fikirleri tek bir düzeyde gruplamayı içerir. Öğrenme progresyonunun yapısına bağlı olarak verilen düzeyde fikirlerin birbirini nasıl destekleyeceğine ilişkin az ya da çok bilgi olabilir ancak araştırmalar tipik olarak yalnızca fikirleri tanımlamaya odaklanarak aralarındaki ilişkiyi sunmaz. Bu sebeple öğrenme progresyonları başlangıçta ideal olarak tasarım araştırması şeklinde geliştirilir ve araştırma ekibi çalışılması planlanan konuda öğrenmeyi katalize edecek bağlamı belirlemede rol oynar (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer & Schauble, 2003). Bu rol öğretimin, araçların ve etkinliklerin öğretmenlerle iş birliği halinde tasarlanmasını ve desteklenmesini içerebilir (Lehrer & Schauble, 2015). Krajcik'e (2011) göre öğrenme progresyonlarının geliştirilmesinde öğrencilerin bir düzeyden diğerine ilerlemesini sağlama potansiyeli olan öğretimsel deneyimler oldukça gerekli bileşenlerdir. Çünkü bir öğrenme progresyonunu test ederken araştırmacıların, öğretimde öğrenme fırsatları sağlanırken öğrencilerin nasıl geliştiğini incelemesi gereklidir, aksi takdirde araştırma araçları ve öğrenme progresyonu öğretimin sonucunu öğrencilerin fikirlerinin zamanla nasıl geliştiğini değil öğretim programı materyallerine dayanarak gösterir ve bu durum öğrenmeyi destekleme açısından en uygun durum değildir (Roseman, Stern & Koppal, 2010). Bu yönleriyle bir öğrenme progresyonu öğrenci düşünmesi ile ilgili var olan bir fikrin nasıl geliştiğine ilişkin bir tasvirden ziyade bir hipotezi belirtir ve yeni bilgiler elde edildikçe gözden geçirilebilir. Başlangıç progresyonundan yola çıkılarak öğrencilerin progresyondaki düzeylerini değerlendirecek madde setleri geliştirilebilir. Bu maddelerin öğrencilere

uygulanması ile elde edilen veriler sadece madde revizyonunu değil öğrenme progresyonunun kendisini de değerlendirmeye olanak sağlar. Öğrencilerin maddelere verdikleri yanıtlardan elde edilen kavrayışları öğrenme progresyonuna yeni fikirlerin eklenmesini veya içerdiği fikirlerin yeniden organize edilmesini de sağlayabilir (Briggs vd., 2006).

Araştırma alanyazınında başlangıçtaki öğrenme progresyonunun geliştirilmesi için çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Hangi yaklaşımla geliştirilirse geliştirilsin öğrenme progresyonlarının geliştirilmesi öğrencilerin nasıl öğrendiği ile ilgili kavrayışlar ile bilimsel alanları kaynaştırmakta ve farklı uzmanlıklar gerektirmektedir (Alonzo & Gotwals, 2012). Örneğin Heritage (2008) öğrenme progresyonlarının geliştirilmesinin genel hatlarıyla iki temel yaklaşımla nitelendirilebileceğini belirtmekte ve bu yaklaşımlara *tabandan tepeye (bottom-up)* ve *tepeden tabana (top-down)* yaklaşımlar adını vermektedir. Salinas ise (2009) *tırmandırılmış yaklaşım (escalated approach)* ve *manzara yaklaşımı (landscape approach)* olmak üzere iki temel yaklaşım tanımlamaktadır. Bu yaklaşımlar incelendiğinde tırmandırılmış yaklaşımın tabandan tepeye yaklaşımla, manzara yaklaşımının ise tepeden tabana yaklaşımla eşleştiği söylenebilir. Bu iki yaklaşımın ana farklılığı ise öğrenme progresyonlarının oluşturulması süreci ve sonuçta elde edilen ürünlerdir. Manzara yaklaşımı, farklı olarak olguları, gözlemleri veya beceri setlerini tanımlayarak farklı içerik alanlarında öğrencilerin daha yüksek düzey veya kuşaklara ulaşması için gerekli bağlantı zincilerini sunması yönü ile tırmandırılmış yaklaşımdan farklılaşan güçlü analitik bileşenler içeren bir yaklaşımdır (Salinas, 2009). Her iki yaklaşım da birbirini dışlamamaktadır hatta iki yaklaşım bilinçli ve sistematik bir şekilde birbirine entegre edilerek amaca özgü bağlamlar yaratılması özellikle biçimlendirici değerlendirmeler için önemli bir gelişme sayılabilmektedir. Manzara yaklaşımındaki yinelemeli süreç tırmanma yaklaşımındakinden farklıdır çünkü ikinci yaklaşımla oluşturulan öğrenme progresyonunun kullanışlılığı, önerilen dizinin veya progresyonun geçerliliğinin ortaya konulmasına dayanmaktadır. Diğer bir deyişle manzara yaklaşımında öğrenme progresyonlarının sadece öğrencilerin bilgilerinin tanımlanmasına değil öğretim ve değerlendirme amaçlarıyla kullanılması vurgulanmaktadır (Salinas, 2009). İdeal olarak öğrenme progresyonlarının güçlü bir araştırma temeline dayanması önerilmektedir ancak birçok alanda bu temel var olmadığından aşağıdan yukarıya bir yaklaşım bu

boşluğu doldurma anlamında önem teşkil etmektedir (Heritage, 2012). Aşağıdaki bölümde bu yaklaşımların açıklamalarına yer verilecektir.

2.4.5.1 Tırmandırılmış Yaklaşım veya Tabandan Tepeye Yaklaşım

Öğrenme progresyonlarının geliştirilmesinde tabandan tepeye yaklaşım öğrencilerin kavrayışlarını geliştirme sürecinde, içeriği öğrencilerin düşüncelerini temele alarak organize etmeyi desteklemektedir (Alonzo & Gotwals, 2012). Çünkü öğrencilerin naiften gelişmişe giden ilerlemeleri doğrusal olmayabilir veya kolayca tanımlanamayabilir. Bu sebeple de “dağınık orta (messy middle- middle knowledge) olarak adlandırılan, öğrencilerin bazı bilgi parçalarına sahip olduğu ve bazı karmaşık fen görevlerini yerine getirebildiği ancak tüm parçaların tam olmadığı ara düzeyler vardır (Gotwals & Songer, 2010). Bu yaklaşımda tırmanma fikri daha yüksek düzeylere doğru gelişmeyi veya ulaşmayı ve artan bir çatışmada olduğu gibi yoğunluğuktaki artışı ifade etmektedir. Kavramsal değişim teorisinde, doğal olgularla ilgili algılanan (bilinen) ve bu olguların bilimsel açıklamaları arasında bilişsel bir uyumsuzluk (çatışma) olduğunda öğrenme tetiklenebildiğinden tırmanma terimi kavramsal anlayıştaki değişimleri tetikleyen bilişsel çatışmalara da işaret etmektedir (Salinas, 2009).

Tabandan tepeye yaklaşımda öğretmenlerin ve öğretim programı geliştiricilerinin kendi öğretme deneyimlerine dayanarak öğrenme progresyonlarını geliştirmeleri söz konusudur. Burada öğretim programı, neyin ne zaman en iyi öğretilebileceğine dair görüşleri ve öğrencinin öğrenme sürecine ilişkin bilgileri öğrenme progresyonuna kaynaklık etmektedir. Öğretmenler tarafından geliştirilen öğrenme progresyonlarının bir yan ürünü de bir alandaki öğretmenlik bilgisinin ilişkili olarak derinleştirilmesidir (Heritage, 2012).

Öğrenme progresyonlarının geliştirilmesinde tırmandırılmış yaklaşım öğrencilerin bir konuya ilişkin anlayışlarının bir zaman süreci boyunca düzey düzey tanımlanmasını içeren çoğunlukla lineer bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda *Alt ve Üst Çapalar* (Mohan vd., 2008) adı verilen uçlar ve bu çapaların arasındaki bir veya birden fazla ara düzeyler vardır. Düzeyler arasındaki geçiş öğrenme performanslarından elde edilen kantılara dayalı olarak yapılır. Bu yaklaşımın en

önemli özelliği ise progresyonun varsayılmasını sağlayan araştırma temelli analitik bileşenleri öğrencilerin fikirlerindeki gelişimi izleyen güçlü deneysel temellerin takip etmesidir.

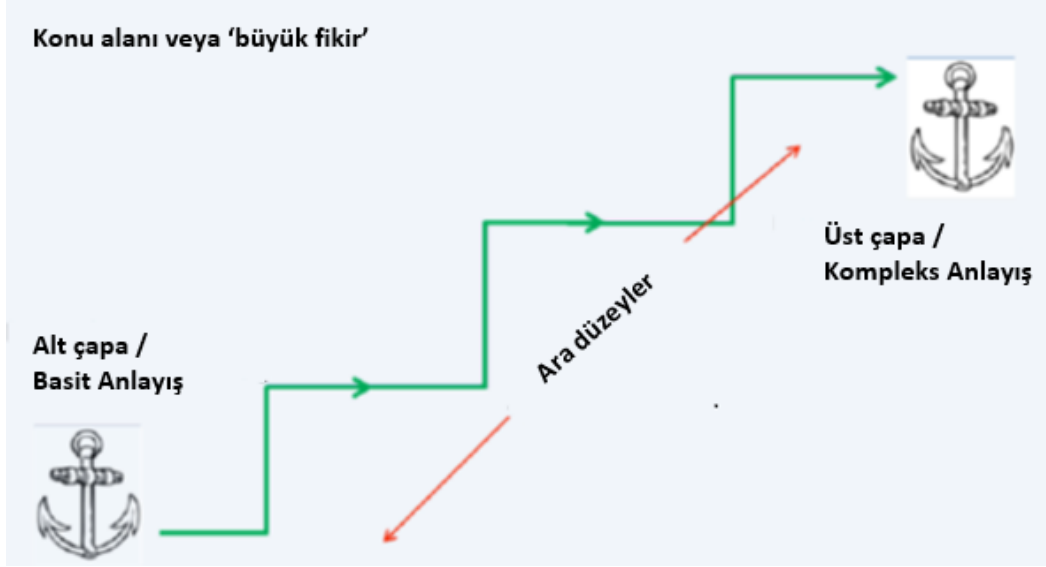
Bu yaklaşımla öğrenme progresyonu geliştirilmesi ile ilgili çalışmaların her birinde araştırma temelli bir başlangıç progresyonunun bir büyük fikire dayalı olarak alt ve üst çapalar ile ara düzeylerin tanımlanarak taslak şeklinde ortaya konulması, öğrenmeye ilişkin kanıtların toplanması için değerlendirilme araçlarının geliştirilmesi ve değerlendirmelerden elde edilen verilerin ilk taslağı düzeltmek için kullanılması söz konusudur. Bu döngüsel süreç standartlar, hedefler gibi kısıtlılıkları göz önüne almadan öğrencilerle ilgili bilgi toplamayı sağladığından kullanışlıdır. Şekil 2.1.'de tırmandırılmış yaklaşımın grafiksel gösterimi verilmektedir.



Şekil 2.1: Öğrenme Progresyonlarının Geliştirilmesinde Tırmandırılmış Yaklaşımın Grafiksel Gösterimi

Tırmandırılmış modele göre öğrencilerin ilerleyişini tanımlamaya odaklanan yinelemeli süreci kullanan çalışmalara bakıldığında (örn. Smith vd., 2006; Mohan vd., 2008; Meritt vd., 2008, Riley, 2009; Alonzo & Steedle, 2008) gitgide evrimleşen bir süreç görülebilmektedir.

Şekil 2.2.'de tırmandırılmış yaklaşımın görsel gösterimi gösterilmektedir.



Şekil 2.2: Öğrenme Progresyonlarına tırmandırılmış yaklaşımın görsel gösterimi

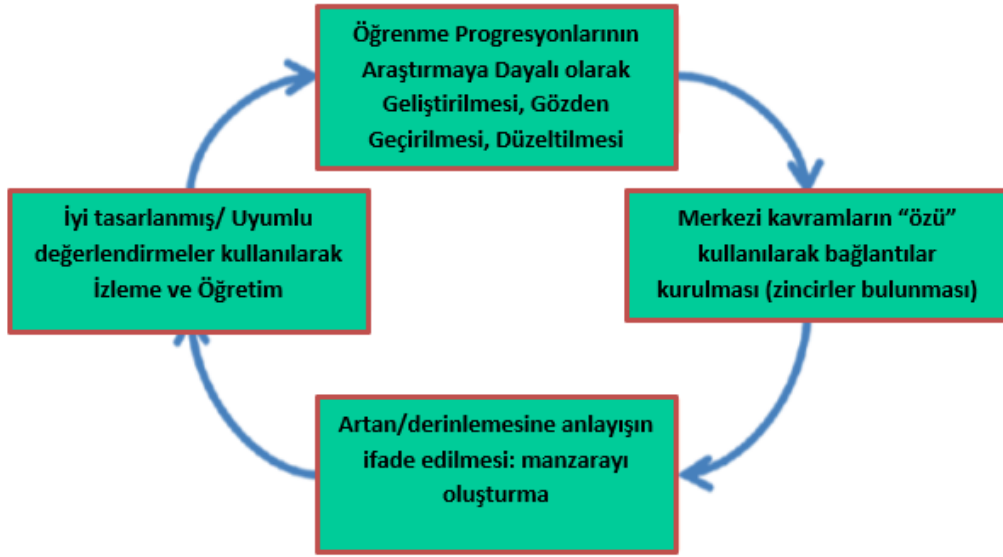
2.4.5.2 Manzara Yaklaşımı veya Tepeden Tabana Yaklaşım

Bu yaklaşıma ismini veren manzara teriminin arkasındaki fikir, genel durumu şekillendirecek bir grup elemanın zengin ve bağlantılı bir görünüşünün sağlanmasıdır (Salinas, 2009). Bu yaklaşımda bir alanın uzmanları (örn. fizikçiler, matematikçiler veya tarihçiler) öğrenme progresyonunu kendi alan bilgileri ve alanda öğrencilerin öğrenmeleri ile ilgili yapılan araştırmaları temele alarak geliştirmektedirler. Bu uzmanlar bu yaklaşımda deneysel araştırmaları hipotezlerinin gerçekte nasıl görüldüğüne karar vermek için kullanmakta ve buna dayalı olarak düzenlemeler yapmaktadırlar (Heritage, 2012).

Öğrenme progresyonlarını geliştirirken manzara yaklaşımının kullanıldığı çalışmalar incelenerek bu yaklaşım hakkında fikir edinmek mümkündür. Örneğin Catley, Lehrer ve Reiser (2008) yaptıkları çalışmada “evrim” konusundaki büyük fikirleri veya evrime ait kavramları tanımlayarak bir öğrenme progresyonu geliştirmişlerdir. Bu kavramlar çeşitlilik, yapı-fonksiyon, ekoloji/karşılıklı ilişkiler, varyasyon, değişim, jeolojik süreçler, argüman şekilleri ve matematiksel araçlardır. Bu kavramlar farklı içerik alanlarına aittir. Merkezi kavramların belirlenmesinden sonra araştırmacılar öğrencilerin bu kavramları nasıl öğrendiğine dair araştırmaları

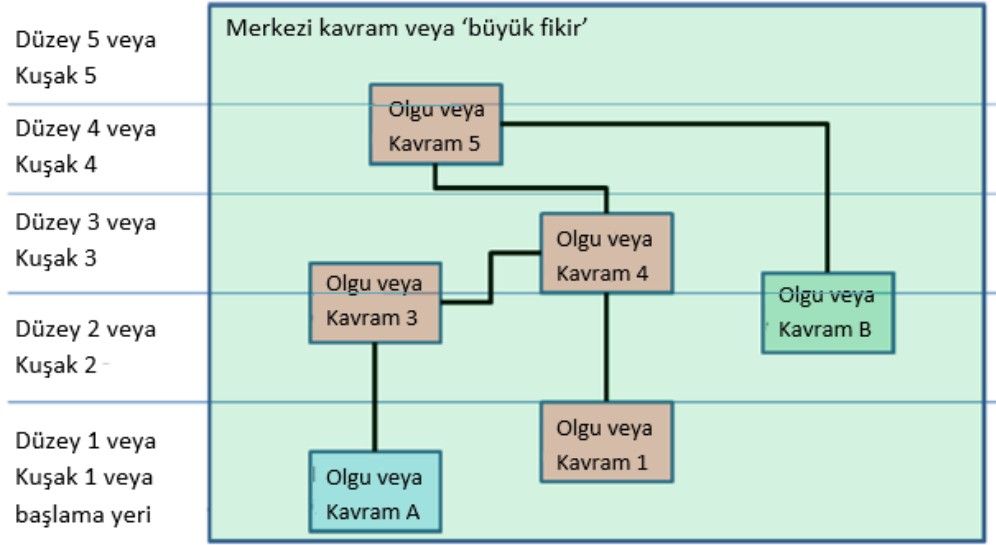
inceleyerek anahtar kavramların düzeyler boyunca gelişimini ve ilişkili öğrenme performanslarını gösteren bir harita hazırlamışlardır.

Duncan vd. (2009) bu doktora çalışmasının da temele aldığı ve ilerleyen bölümlerde daha ayrıntılı bir şekilde incelenecek olan modern genetikteki merkezi kavramların ilerleyen düzeylerini tanımlamayı amaçladıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada da araştırmacılar standartları, genetikle ilgili daha önce yapılmış çalışmaları, öğretim ve materyalleri, daha önceki progresyonları ve öğrenme dizilerini ve öğrencilerin ön bilgilerini kullanmışlardır. Araştırmacıların iki soru etrafında ve sekiz merkezi kavram etrafında geliştirdikleri öğrenme progresyonu öğrencilerin farklı seviyelerde modern genetikle ilgili kavrayışlarını göstermektedir. Manzara yaklaşımında yinelemeli süreci kullanarak öğrenme progresyonunun geliştirilmesi Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Manzara yaklaşımında yinelemeli süreç

Şekil 2.4'te manzara yaklaşımı sonucunda ortaya çıkabilecek son progresyonun grafik gösterimi verilmektedir



Şekil 2.4: Manzara yaklaşımı ile geliştirilen öğrenme progresyonunun grafik gösterimi

2.4.6 Fen Alanlarında Geliştirilmiş Öğrenme Progresyonları

Öğrencilerin hedeflenen bir alanda bilgi, beceri ve yeteneklerinin zamanla nasıl geliştiğine ilişkin hipotezler (Corcoran, Mosher & Rogat, 2009) olarak öğrenme progresyonları çerçeveleri biyoloji, ekoloji, fizik, kimya, matematik, astronomi, coğrafya gibi çok çeşitli alanlarda ve çok çeşitli büyük/merkezi fikirler etrafında geliştirilmiştir. Bu bölümde öncelikle bu doktora tezinin konusu olan genetik konularıyla ilgili geliştirilmiş öğrenme progresyonları detaylı bir şekilde incelenecektir. Bu genetik öğrenme progresyonlarına yönelik yapılmış geçerlilik ve revizyon çalışmaları ile diğer alanlarda yapılmış çalışmaların detaylarına ise ilgili araştırmalar kısmında yer verilecektir.

2.4.6.1 Biyoloji ve Ekoloji Alanlarında Geliştirilmiş Öğrenme Progresyonları

İlgili alanyazın incelendiğinde biyoloji ve ekoloji konularında geliştirilmiş çok sayıda öğrenme progresyonu olduğu görülmektedir. Bunlar:

- Genetik (Roseman vd., 2006; Duncan vd., 2009; Elmesky, 2012)
- Biyoçeşitlilik (Songer, Kelcey & Gotwals, 2009)
- Karbon döngüsü (Mohan, Chen & Anderson, 2009)
- İklim değişimi (Parker, de Los Santos & Anderson, 2015)
- Besin zincirleri (Gotwals & Songer, 2010)
- Ekosistem (Hokayem & Gotwals, 2016)
- Doğal seleksiyon ve Evrim (Catley, Lehrer & Reiser, 2005; Furtak, Morrison & Henson, 2010; Lehrer & Schauble, 2012)
- Sosyo-ekolojik sistemlerde su (Gunckel vd., 2012)

olarak karşımıza çıkmaktadır.

Biyoloji ve Ekoloji alanlarında geliştirilmiş öğrenme progresyonları ile ilgili çalışmalara ilgili alanyazın kısmında yer verilecektir. Ancak bu doktora tezinin kapsamı genetik öğrenme progresyonları ile yakın ilişkili olduğundan daha önceden geliştirilmiş genetik öğrenme progresyonları aşağıdaki bölümde açıklanacaktır.

2.4.6.2 Genetik Öğrenme Progresyonları

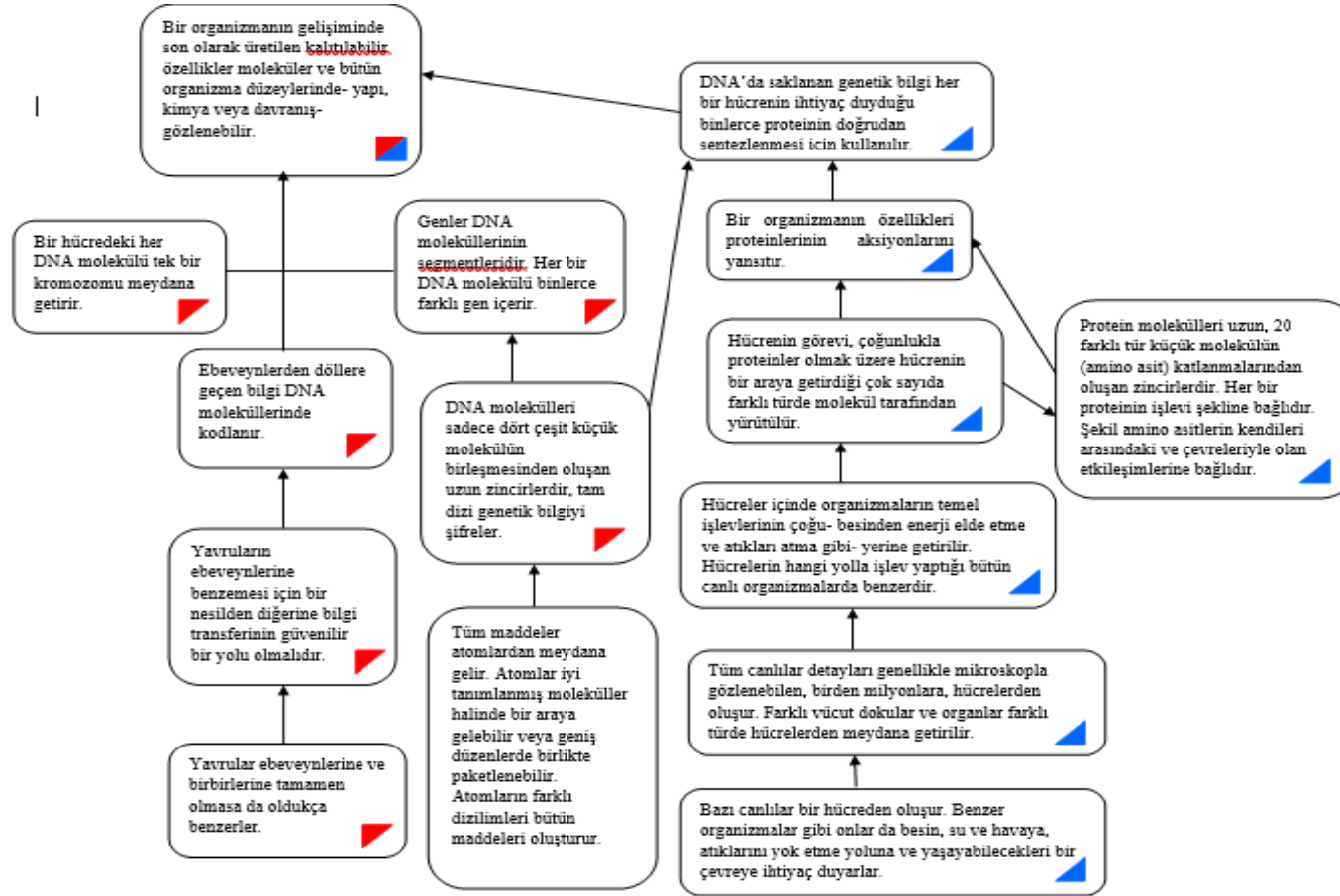
2.4.6.2.1 Roseman vd. (2006) – Kalıtımın Moleküler Temelleri

Roseman vd.'ne. (2006) göre kalıtımın moleküler temelini anlamak için öncelikle DNA'nın 2 ana işlevini tutarlı bir şekilde kavramak gerekmektedir. Bunlar 1) DNA'nın organizmalardaki karakterleri belirleme işlevi ve 2) DNA'nın bir nesilden diğerine bilgi aktarma işlevidir. Buna göre öğrenciler bilgi transferine ilişkin fikirleri bilme ve bunları birbirleriyle ilişkilendirme ve bu bilgiyi biyolojik organizasyonun çeşitli düzeyleri boyunca kullanma becerisine sahip olmalıdırlar. Proje 2061 adı verilen proje kapsamında geliştirilen bu öğrenme progresyonu haritası tipik olarak Mendel genetiğinin DNA'dan önce verildiği konu sıralamasına bir farklılık getirmektedir. Proteinler- DNA- genler- kromozomlar şeklinde bir konu sıralaması izlenmesi araştırmacılara göre daha mantıklı, psikolojik ve deneysel olarak daha uygundur.

Roseman vd. (2006) tarafından geliştirilen harita Şekil 2. 5'te gösterilmektedir. Bu harita incelendiğinde görülen mavi üçgenler (▲) DNA'nın bir organizmadaki karakterleri belirleme rolü ile ilgili fikirleri temsil etmektedir. Araştırmacılar öğrencilerin K-2 seviyesinde bu fikirle ilişkili olarak (çoğu) canlının besine, suya ve havaya ihtiyaç duyduğunu öğrendiklerini, 3-5. Seviyelerde canlılık fikrinin genişleyerek tek hücreli organizmaların makroskobik organizmalar gibi ihtiyaçları olduğunu, bazı organizmaların işbirliği halinde olan benzer hücrelerden yapıldığını ve bu organizmaların hücrelerinin farklı roller ve işlevler yapacak çeşitlilikte olduğunu öğrendiklerini, ortaokul seviyesinde hücrelerin organizmaların temel işlevlerini yürüttüğünü ve lise seviyesinde ise bu işlevleri hücrelerdeki moleküllerin (özellikle proteinlerin) yürüttüğünü öğrendiklerini belirtmektedirler.

Haritadaki kırmızı üçgenler (▼) ise DNA'nın bir nesilden diğerine bilgi aktarma işlevine ilişkin fikirleri temsil etmektedir. Bu fikirle ilişkili olarak öğrenciler K-2 seviyesinde yavruların ebeveynlerine benzediğini öğrendikleri, 3-5. Seviyelerde bu bilgiye ekleme yaparak bir nesilden diğerine bilgi transferini sağlayacak güvenilir bir yol olduğunu öğrendiklerini ve lise seviyesinde hücre ve proteinler ile ilgili önceden öğrendiklerini kullanarak protein-DNA ve DNA-karakterler arasındaki ilişkileri kurduklarını belirtilmektedir.

Bu çalışmada önerilen öğrenme progresyonlarının geçerliliğini test etmek için öğrencilerin fikirlerini anlamaya yardımcı öğrenme aktiviteleri ve ilerlemelerini izlemek için değerlendirme maddeleri belirlenmiştir. Bu süreçte 1) öğrenme hedeflerinin detaylandırılması, 2) öğrenme progresyonundaki her fikrin netleştirilmesi ve sınırlarının tanımlanması, 3) yaygın olarak karşılaşılan öğrenci fikirlerinin belirlenmesi, 4) değerlendirme maddelerinin ve 5) ilgili olguların belirlenmesi gibi aşamalar izlenmiştir.



Şekil 2.5: DNA'nın bir organizmadaki özellikleri belirleme ve bir nesilden diğerine bilgi aktarma rolünü kavramaya ait fikirlerin progresyonunu gösteren harita (Roseman vd., 2006, s.6)

2.4.6.2.2 Duncan vd. (2009)- Modern Genetik Öğrenme Progresyonu

Duncan vd. (2009) tarafından 5.-10. Sınıfları kapsayacak şekilde önerilen modern genetik öğrenme progresyonu öğrencilerin genetikteki düşünme ve öğrenmeleriyle ilgili olarak yapılan araştırma alanyazınının analizine, alanın analizine ve ABD ulusal fen standartlarındaki ilgili beklentilere dayalı olarak geliştirilmiştir. Bu süreçte genetikte sekiz büyük fikir tanımlanmıştır ve sunulan progresyon bu sekiz fikrin öğrenilmesinin beşinci sınıflardan onuncu sınıflara doğru nasıl gelişmesi beklendiğine ilişkin teorik bir çerçeve sağlamaktadır. Bu araştırmacılar tarafından tanımlanan sekiz büyük fikir (A-H) Tablo 2.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 2.1: Modern Genetik Öğrenme Progresyonu (Duncan vd., 2009, s.660)

Büyük Fikrin Bileşenleri	Seviye 1: 5.- 6. Sınıflar	Seviye 2: 7.- 8. Sınıflar	Seviye 3: 9. ve 10. Sınıflar
Soru: Genler, insanların ve diğer organizmaların nasıl görüldüğünü ve işlev gösterdiğini nasıl etkiler? Büyük Fikir: Bütün organizmalar evrensel ve yaşamın işlevlerini yürüten molekülleri niteleyen genetik bilgiye sahiptir. Tüm hücreler aynı bilgiye sahip olmakla birlikte, hücreler hangi bilginin kullanacağını (ifade edileceğini) düzenleyebilir.			
(A) Bütün organizmalar hiyerarşik bir şekilde organize edilen genetik bilgiye sahiptir	İnsanlar, hayvanlar, bitkiler, funguslar ve bakteriler hücrelerinde genlere (genetik bilgiye) sahiptir.	Genetik bilgi hücrelerin kromozomlarında bulunur. Eşeyli üreyen canlıların çoğunda iki set kromozom vardır. Bir organizmanın bütün hücreleri aynı iki kromozom	Genler, DNA molekülünün içindeki nükleotid dizileridir. DNA molekülleri, genomumuzu oluşturan kromozomları meydana getirir.

setine sahiptir (eşey hücreleri hariç)

Tablo 2.1'in devamı

(B) Genetik bilgi, protein yapısını niteleyen evrensel talimatları içerir	Genler, organizmanın nasıl büyüdüğü, geliştiği ve işlev gösterdiğine dair talimatlardır.	Genler, organizmanın işlevlerini yürüten moleküller (çoğunluğu proteinlerdir) için talimatlardır. Bütün organizmalar talimatları için aynı genetik kodu kullanır.	Genetik kod, proteini meydana getiren amino asit dizisine çevrilir. Hemen hemen bütün organizmalar aynı genetik kodu kullanır.
(C) Proteinlerin tüm canlı organizmaların işlevlerinde merkezi bir rolü vardır ve proteinler genler ile özellikleri birbirine bağlan mekanizmalardır.	Hücreler yaşamlarını sürdürebilmek için çok sayıda temel işlevi yürütmek zorundadırlar. Hücre organelleri özgün işlevleri yerine getirir. Hücrelerin, dokuların ve organların yapıları onların işlevlerini belirler. Vücudumuz çok	Proteinler, hücrenin işlerini yapan küçük makinelere benzer. Proteinlerin kendi fonksiyonlarını gerçekleştirmelerini sağlayan şekilleri ve özellikleri vardır. Farklı türde proteinler vardır (enzimler, reseptörler vb.). Genlerdeki değişimler proteinlerdeki değişimlerle	Proteinlerin, kendi amino asit dizileri tarafından belirlenen özgün üç boyutlu şekilleri vardır. Proteinlerin kendi özgün özelliklerine dayanan birçok farklı fonksiyonu vardır. Yapıyı etkileyebilen farklı türde genetik

sayıda	organizasyon	düzeyine sahiptir	ve bir düzeydeki	değişimler	diğerini de	etkileyebilir.
sonuçlanır, bu	durum da	organizmadaki	yapıları ve	fonksiyonları	etkileyebilir.	
mutasyonlar	vardır ve bunlar	proteinlerin	fonksiyonunu ve	en nihayetinde	de özellikleri	etkileyebilir.

(D) Bütün hücreler aynı genetik bilgiye sahiptir ancak farklı hücreler farklı genleri kullanır (ifade eder)	Farklı hücreler bazı ortak ve bazı farklı yapılara ve fonksiyonlara sahiptir.	Farklı hücreler farklı protein dağarcığına sahiptir. Proteinler hücrenin temel (“idare, hizmet”) ve biricik fonksiyonlarını yürütür.	Bütün hücreler aynı genetik içeriğe sahiptir ancak hücre tarafından hangi genlerin kullanılacağı (ifade edileceği) düzenlenir.
---	---	--	--

Soru: Biz ve diğer organizmalar neden görünüş ve fonksiyon açısından çeşitlilik gösteririz? Büyük Fikir: Jenerasyonlar arasında gen transferi örüntüleri vardır. Hücresel ve moleküler mekanizmalar bu örüntüleri yönlendirerek genetik varyasyona sebep olurlar. Çevre genetik özyapımızla (makeup) etkileşerek varyasyona kılavuzluk eder.

Tablo 2.1'in devamı

(E) Organizmalar	Bütün	Hücreler	DNA
genetik bilgiyi sonraki jenerasyona transfer ederek çoğalırlar.	organizmalar çoğalır ve genetik bilgilerini kendi döllerine transfer ederler. Hücreler tüm genetik bilgiye sahip yeni hücreler yapmak için bölünürler.	Hücreler bölünmeden önce kromozom setleri duplike olur ve sonrasında her biri iki kromozom setine sahip iki yeni hücre meydana gelir. Eşeyli üreyen organizmalarda kromozom setleri	replikasyonu hataları önlemek için oldukça sıkı bir şekilde düzenlenir. Mayoz süreci esnasında kromozomlar arasında parça değişimi olabilir

	Daha büyük organizmalarda her bir ebeveyn yeni jenerasyondaki genetik bilginin yarısına katkıda bulunur.	gametlere mayoz (her bir eşey hücresinde bir tam set) süreci yolu ile rastgele bir şekilde dağılır. Bu süreç yalnızca bir set kromozoma sahip olan eşey hücrelerini oluşturur.	ve kromozomlarda gen versiyonlarının yeni kombinasyonları oluşabilir. Bu durum daha fazla genetik varyasyon yaratır.
(F) Genler ve özellikler arasında korelasyon örüntüleri vardır ve bu örüntüler ile meydana gelebilecek belirli olasılıklar vardır.	Büyüme ve işlev anlamında farklılaşırız. Belirli bir özellik için varyasyonlar vardır. Farklı organizmalar özelliğin farklı versiyonlarına sahiptir.	Bireyler her bir gen için iki versiyona sahiptir (allel). Setteki her bir kromozom genin bir versiyonunu taşır. Genlerin varyantları ve sonuçta meydana gelen özellik arasında örüntülü korelasyonlar vardır.	Gen varyantları nükleotid dizisi açısından farklılaşır ve bu durum fenotipimizi etkileyen farklı veya eksik proteinlerin meydana gelmesi ile sonuçlanır. Baskın ve çekinik genetik ilişkiler, Gen ürünlerinin fonksiyonun ve etkileşiminin sonucu olarak moleküler düzeyde açıklanabilir.

Tablo 2.1'in devamı

(G) Genetik bilgideki değişiklik görünüş ve işlevlerimizde değişikliklere sebep olabilir (fenotip), ve DNA'daki bunun gibi değişimler bireyleri n ve türlerin kimliklerini belirleme yolu olarak hizmet edebilir.	Farklı organizmalar farklı genetik bilgiye sahip oldukları için görünüş ve işlev açısından farklılaşırlar. Bir grup organizmada bile özelliklerde varyasyon vardır.	Genetik bilgi bazen değişebilir. Genetik bilgideki değişim proteinlerin yapı ve fonksiyonunda değişiklik ile sonuçlanabilir. Bazı değişiklikler yaşadığı çevrede organizma için faydalı, diğerleri zararlı ve bazıları ise nötr olabilir. Kromozomlar da (X ve Y gibi) kızlar ve erkekler karşılaştırıldığında da farklılık gösterebilir.	DNA mutasyonları genetik varyasyonun sebebidir. Bazı DNA dizileri türler arasında farklılık gösterebilirken diğerleri göstermeyebilir, bu yüzden, diğer türlerle paylaştığımız bazı ortak genler vardır (fareler, sinekler). DNA dizileri bireyler arasında farklılaşabilir ve bu bireyler arasındaki ayrımı yapmamıza imkân sağlar.
(H) Çevresel faktörler genetik bilgimiz ile etkileşebilir.	Çevre özelliklerimizi etkileyebilir. Akralığı	Çevre, protein düzeyinde (tip ve miktar) değişiklikler ile	Çevresel etkiler genlerde mutasyona neden olur ve

bulunan organizmalar bile görünüş ve davranış açısından farklılaşabilir.	hücre fonksiyonunu etkileyebilir.	gen ifadesini değiştirebilir.
---	--------------------------------------	----------------------------------

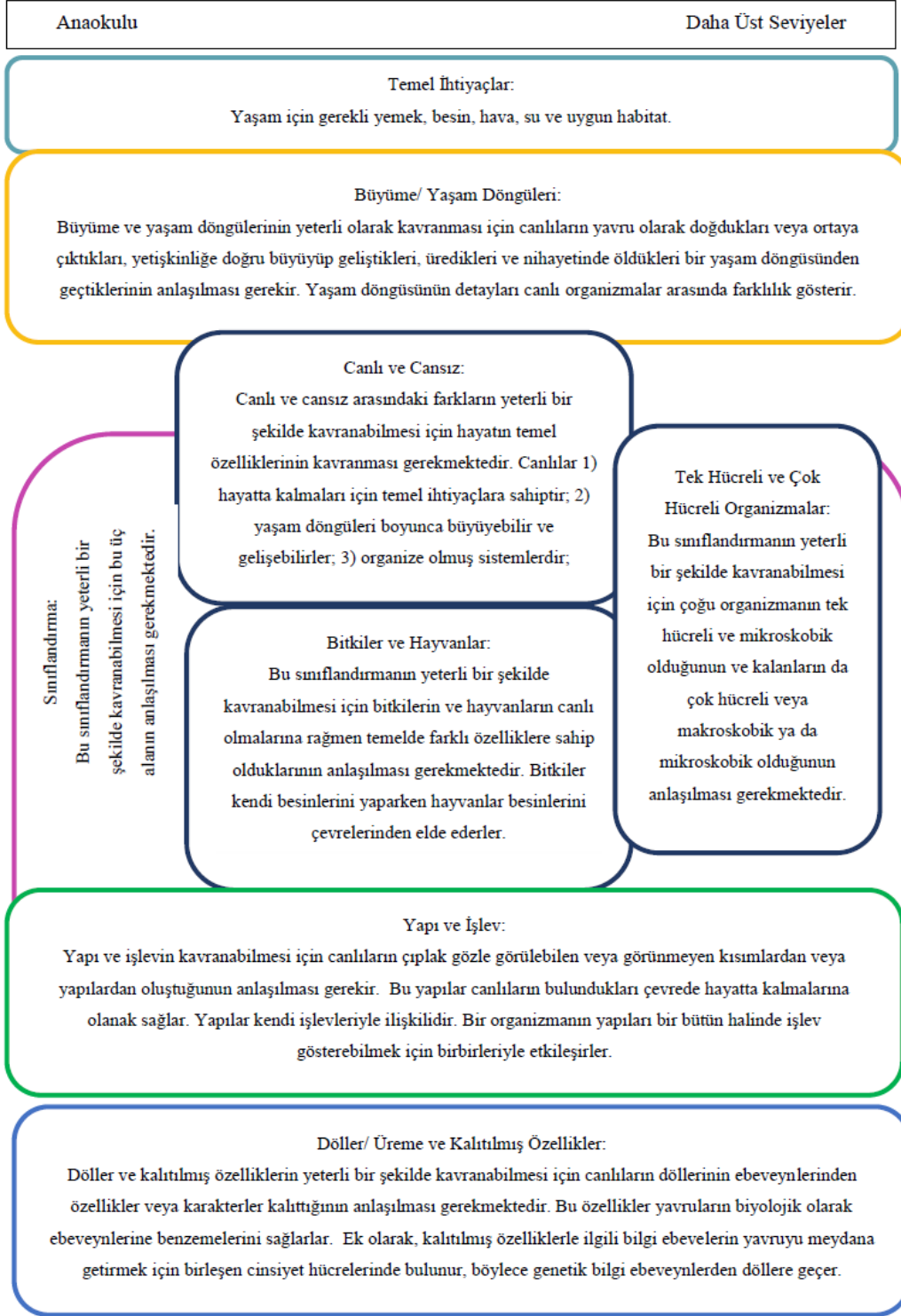
Tablo 2.1’de de görüldüğü gibi bu genetik öğrenme progresyonu ilgili fikirlerin gelişimini gösteren üç düzeyden oluşmaktadır. Araştırmacılar her bir düzey için beklentileri geliştirmek için alanın teorik çerçevesi ile genetik konularında öğrencilerle daha önce yapılmış çalışmalardan faydalandıklarını belirtmektedirler. Ancak öğrenme progresyonları doğaları gereği varsayıma dayalı olduğundan, öğrencilerin genetikle ilgili kavrayışlarına yönelik çok sayıda çalışma bulunsa da halen alanla ilgili sayısız boşluk bulunduğunu belirterek oldukça özgün bir öğrenme progresyonunun geliştirilmesinin zorluğuna da dikkat çekmektedirler. Bu öğrenme progresyonu öğrencilerin dikkatli bir biçimde tasarlanmış bir öğretim aldıklarında ne yapabileceklerini gösteren varsayımlar üzerine kurulmuştur ve progresyonun deneysel olarak test edilerek gözden geçirilmesi ve geçerliliğinin ortaya konulmasının önemi vurgulanmaktadır. Çalışmada aynı zamanda her bir büyük fikirde sunulan farklı kavramları yakalamak için ilişkili öğrenme performansları ve değerlendirme görevi örneklerine de yer verilmektedir (Duncan vd., 2009).

İlgili alanyazında Duncan vd. (2009) tarafından geliştirilen bu genetik öğrenme progresyonunun test edilmesi için yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır. Bu geçerlilik çalışmalarına ilgili alanyazın kısmında yer verilecektir.

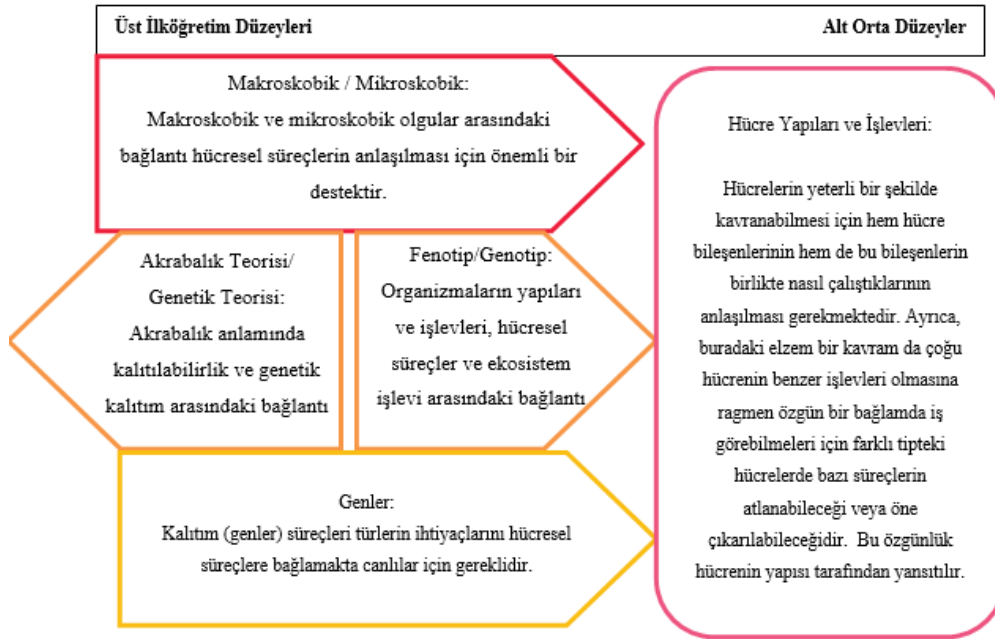
2.4.6.2.3 Elmesky (2012)

Elmesky (2012) tarafından geliştirilen genetik öğrenme progresyonu anaokulundan 12. Sınıfa (K-12) kadar olan bir genetik öğrenme çerçevesini tanımlamaktadır. Bu genetik öğrenme progresyonunda A. B. D’de kullanılan Ulusal Fen Eğitimi Standartlarının 9-12. Sınıflarda protein sentezi ve gen ifadesi ile ilgili

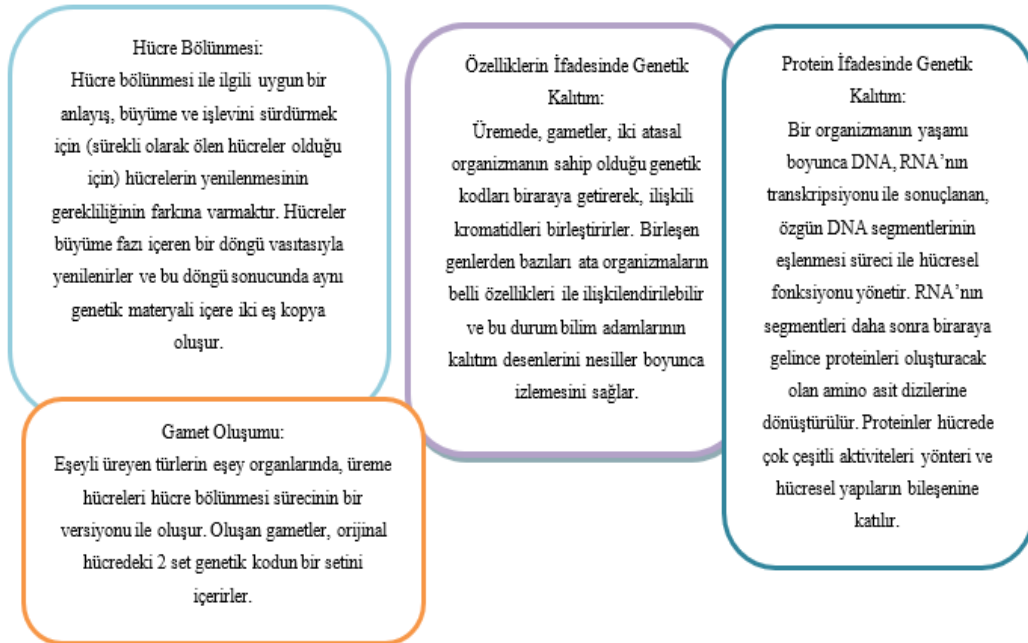
bir içerik standardı olan “Hücreler fonksiyonlarına rehberlik etmek için bilgi depolar ve kullanırlar. DNA’da saklanan bu genetik bilgi her bir hücrenin ihtiyacı olan binlerce proteinin sentezini yönetmek için kullanılmaktadır” standardı üst çapa olarak alınarak meydana getirilmiştir. Çalışmaya göre sonuçta ortaya çıkan Öğrenme Progresyonu ürünü var olan araştırmalara dayalı olarak protein ifadesi ve genetik kavramlarının anlaşılması için olası bir patika olarak görülmelidir. Bu genetik öğrenme progresyonu konu ile ilgili daha önceden geliştirilmiş çerçevelerden anaokulundan başlaması yönü ve progresyonun anaokulundan 5. Sınıfa kadar olan segmentinin çocukların fen öğrenmeyle ilgili bilişsel yetenekleri ile progresyonun içerik alanındaki dikkat çekici araştırma bulgularına dayanması yönleri ile farklılık göstermektedir (Elmesky, 2012). Şekil 2.7’de bu genetik öğrenme progresyonunun K-5 Segmenti gösterilmektedir. Şekil 2.7’de ise bu öğrenme progresyonunun 6-8. Sınıflar düzeyindeki gösterimi verilmektedir. Şekil 2.6’da görüldüğü gibi bu genetik öğrenme progresyonunun K-5 segmenti yedi temel kavramsal çerçeve içermektedir. Yatay kavramsal akış solda anaokulu düzeyinden başlarken sağda 5. Sınıf düzeyinde bitmektedir. Şekil 2.6’da ise bu genetik öğrenme progresyonunun 9-12. Sınıflar Düzeyindeki grafiksel gösterimi verilmektedir.



Şekil 2.6: Öğrenme Progresyonun K-5 Segmentinin Grafikselleştirilmesi
(Elmesky, 2012, s. 7)



Şekil 2.7: Öğrenme Progresyonun 6-8. Düzeyler Segmentinin Grafikselleştirilmesi (Elmesky, 2012, s. 7)



Şekil 2.8: Öğrenme Progresyonun 9-12. Düzeyler Segmentinin Grafikselleştirilmesi (Elmesky, 2012, s. 8)

Bu öğrenme progresyonunun Şekil 2.6, 2.7 ve 2.8’de gösterilmeyen bir özelliği de merkezi kavrayışlar içerisindeki ilişkili ikincil veya ayrıntılı fikirlerdir ve bunlara öncelikli fikirler adı verilmiştir. Bu öncelikli fikirler öğrenme progresyonu içindeki ileri kavramları anlamak açısından önemlidir. Bu öğrenme progresyonu protein sentezi ile son bulan bir kavramsal yol izlediğinden öncelikli fikirlerin amacı merkezi kavrayışların hangi özgün kısımlarının protein sentezinin anlaşılmasını destekleyeceğini göstermesidir (ayrıca bkz. Elmesky, 2012).

2.4.6.3 Biyoloji Dışındaki Alanlarda Geliştirilmiş Öğrenme Progresyonları

İlgili alanyazın incelendiğinde biyoloji dışında fizik, kimya, astronomi gibi konularda da geliştirilmiş öğrenme progresyonları olduğu görülmektedir. Bunlara örnek olarak aşağıdaki çalışmalar verilebilir:

- Kuvvet ve hareket (Alonzo & Steedle, 2008)
- Maddenin doğası/ atomik ve moleküler teori (Stevens, Delgado & Krajcik, 2010; Wiser, Smith & Doubler, 2012; Smith vd., 2006)
- Enerji (Neumann vd., 2013)
- Yüzme ve batma (Stanford Education Assessment Laboratory, 2003)
- Gökyüzü hareketleri (Plummer & Krajcik, 2010)
- Gün döngüsü (Navarro, 2014)
- Fonksiyonel düşünme (Stephens vd., 2017)
- Argümantasyon (Berland & McNeill, 2010)
- Kimyasal düşünme (Sevian & Talanquer, 2014)
- Eleştirel düşünme (Hammer & Green, 2011)
- Modelleme (Schwarz vd., 2009)

2.4.7 Öğrenme Progresyonlarının Geçerliliği

Araştırma alanyazınında başlangıçtaki öğrenme progresyonunun geçerliliğinin ortaya konulması için iki temel yaklaşım bulunmaktadır (Duncan & Hmelo-Silver, 2009). Bu iki yaklaşım da öğrenme progresyonu ile ilişkili öğretimsel müdahaleler ve ölçme araçları gerektirmektedir. İlk yaklaşım öğrenme progresyonunun bir parçasında öğrencilerin ilerlemesini destekleyebilecek uygun müdahalenin geliştirilmesi ile başlar (Neumann, Viering, Boone & Fischer, 2013). Bu amaç için öğretim programı öğretim bileşenleri ve öğrenme ürünleri öğretim programına ve materyal geliştirmeye rehberlik etmesi için detaylı bir şekilde belirlenir (Krajcik, Drago, Sutherland & Merritt, 2012). Müdahalenin değerlendirilmesi öğrencilerin varsayıldığı gibi öğrenme progresyonunda ilerleyip ilerlemediğini araştırmaya imkân verir. Eğer öğrenciler ilerleme kaydettiyse öğrenme progresyonunun geçerliliğini ortaya koyma çalışmaları bir sonraki bileşen için müdahale geliştirilmesi ile devam eder (Neumann vd., 2013). İkinci yaklaşım ise öğrenme progresyonunu bir bütün halinde ele alarak öğrencilerin ilerleyişini araştırmak için bir ölçme aracı geliştirilmesi ile başlar (Mohan, Chen & Anderson, 2009). Geliştirilen araç var olan öğretim programının öğrencilerin öğrenmesine etkisini belirlemek için kullanılabileceğinden bu durumda programın öğrenme progresyonu ile bir dereceye kadar bağlantılı olmasını gerektirir. Bu yaklaşımda öğrencilere tekrar tekrar ölçüm yapılarak öğrenme keşfedilmeye çalışılır (Neumann vd., 2013). Öğrenme progresyonu çalışmalarında öğrencilerin düşünce süreçlerinin gelişme yollarını geçerli bir şekilde sunacağı için farklı öğretim programı bağlamlarında boylamsal olarak çalışılmasının önemi vurgulansa da (Briggs vd., 2006) boylamsal çalışmaların zaman ve maliyet gerektirmesi nedeniyle başlangıçta kesitsel çalışmalar da yapılabilmektedir. Her iki yaklaşımda da öğrencilerde varsayıldığı gibi bir ilerleme olmazsa öğretim programı ile ilişki, ölçüm aracı ve öğrenme progresyonunun yeniden gözden geçirilmesi ve düzeltilmesi ve deneysel sürecin bir kez daha tekrarlanması gereklidir (Neumann vd., 2013). Buradaki önemli noktalardan biri de bir öğrenme progresyonunun geçerliliğini ortaya koymanın için her öğrencinin varsayıldığı gibi ilerlediğini göstermek anlamına gelmediği (Duncan & Hmelo-Silver, 2009; Stevens, Delgado & Krajcik, 2010) öğrencilerden

elde edilen bilgilerin öğretim programı, öğretim ve değerlendirmeyi uyumlu hale getirerek öğrencilerin en iyi olası yolla uzmanlaşmasını sağlayacak şekilde kullanılması demek olduğudur.

2.4.8 Öğrenme Progresyonlarının Revizyonu

Öğrenme progresyonlarının önemli özelliklerinden biri de progresyon boyunca bir düzeyden diğerine ve bir sonrakine geçerken basit belirli tekyönlü bir rota değil çok sayıda olası yol olabilmesidir. Öğrenme karmaşık bir süreç olduğundan öğrencilerin izleyeceği yolu etkileyen öğrenme bağlamı, öğretim materyalleri, öğretim ve ön bilgi ve deneyimleri içeren birçok faktör vardır. Bunlara ek olarak öğrenciler sınıfa farklı kişisel ve kültürel deneyimlerle gelirler. Bu sebeple de büyük bir fikre ait kavrayışların nasıl geliştiğine geçerli bir gösterge olarak öğrenme progresyonlarının deneysel araştırmalara dayalı şekilde yinelemeli olarak revize edilmesi gerekmektedir (Shin vd., 2009). Diğer bir deyişle öğrenme progresyonlarının geçerliliği çok sayıda deneysel çalışmayı tekrar tekrar yaparak elde edilen verilere dayalı olarak revizyonlar ve düzeltmeler üreterek sağlanmaktadır (Shea & Duncan, 2013; Todd & Kenyon, 2015).

Shea ve Duncan'a (2013) göre öğrenme progresyonlarının revizyonunun iki yönü vardır. Bunlar (a) öğrenme progresyonunun düzeylerinin uygun sayısına ve sonuç olarak tane büyüklüğüne karar vermek için deneysel verilerin kullanımı ve (b) bir progresyondaki çok sayıda büyük fikir arasındaki ilişkiyi nitelendirmek için deneysel verilerin kullanımınıdır. Buna göre öğrenme progresyonlarını rafine etme sürecinde düzeyleri ayırma veya düzey ekleme, düzeyleri birleştirme, düzey çıkarma, çoklu yapılar boyunca ilerlemedeki bağımlılıkları belirleme gibi özgün kararlar vermek gerekmektedir.

Öğrenme progresyonlarını rafine etmek için araştırmacıların bu progresyonlara dayalı olarak geliştirilen öğretim materyallerini deneyimleyen öğrencilerden kanıt toplamaları gerekmektedir. Progresyonun kapsamı gereği ise tamamı eş zamanlı olarak test edilememekte, kısımlar halinde test edilebilmektedir. Öğrencilerin öğrenme progresyonunun bir düzeyinden diğerine nasıl ilerlediğini

tanımlayan öğrenme hedefleri geliştirilmeli ve bu hedeflere dayalı olarak uyumlu öğretim materyalleri geliştirilip sınıfta test edilmelidir (Shin vd., 2009).

Progresyonları elde edilen verilere dayalı olarak revize etmenin yanı sıra, bu veriler yapılan müdahalenin ve öğretimin kullanılabilirliğine kanıt da sağlamaktadır (Krajcik, 2012; Plummer & Maynard, 2014; Todd & Kenyon, 2015).

2.4.9 Öğrenme Progresyonları ve Öğretmen Profesyonel Gelişimi

2.4.9.1 Pedagojik Alan Bilgisi (PAB)

Herhangi bir konuyu planlamak ve o konuyu öğretmek, öğretmenin birçok alandan sahip olduğu bilgileri bir araya getirerek uygulamaya dönüştürmesini gerektiren oldukça karmaşık bir bilişsel aktivitedir (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999). Öğretmenin, öğretim sürecini anlamlandırması ve öğretime ilişkin bilgilerinin öğrenciler üzerindeki etkisini anlaması için öğretimde var olan bu kavramsal ve bağlamsal karmaşıklığının azaltılması gerekmektedir (Gess-Newsome, 1999). Shulman' a (1986, s. 6) göre bu karmaşıklığın azaltılması için araştırmacılar faaliyet alanlarını daraltmalı, kendi görüşlerine odaklanmalı ve bir problemi dünyanın uygulamada sunduğundan daha az karmaşık bir şekilde formülize etmelidirler. Diğer bir deyişle etkili bir öğretim yapmak için öğretmenler öğrenme deneyimlerini nasıl tasarlayacaklarını ve bu deneyimlere nasıl rehberlik edeceklerini, özgün koşullar ve kısıtlamalar altında farklı öğrencilere nasıl yardımcı olmaları gerektiğini bilmelidirler (Magnusson vd., 1999).

Öğretmenlik mesleğine özgü olarak tanımlanan bu bilgi türünü 1986 yılında Lee Shulman eğitim camiasına tanıtmış ve adına da Pedagogical Content Knowledge (PCK) (Pedagojik Alan Bilgisi-PAB) demiştir. Shulman (1986, s. 9) Pedagojik Alan Bilgisini “alan gösteriminin en kullanışlı biçimleri, —en güçlü analogiler, resimli gösterimler, örnekler, açıklamalar ve demonstrasyonlar—yani, konuyu başkaları için anlaşılabilir kılacak şekilde sunmak ve formülize etmek” olarak tanımlamıştır. PAB hem alan bilgisinden hem de genel pedagojik bilgidен ayrılır, çünkü Shulman'ın PAB kavramsallaştırması, öğretim programı bilgisi, sınıf

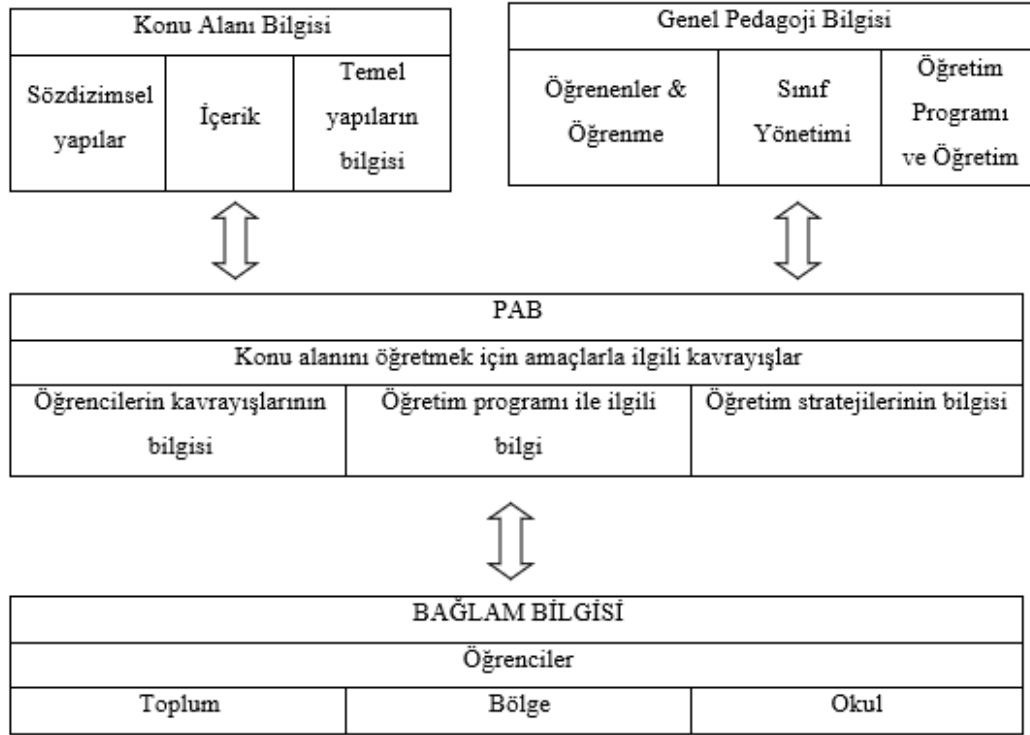
yönetimi, öğrenenler ve özgün içeriğin öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığı ve öğrenildiğine ilişkin genel pedagojik ilkeleri içeren oldukça geniş bir bilgi dizisini vurgulamaktadır (Baxter & Lederman, 1999; Harrison, 2012; Shulman, 1987; vanDijk, 2009). PAB, öğretmenlerin, öğrencilerine yardımcı olmak için, kendi konu alanlarındaki spesifik konuları öğrettikçe geliştirdikleri (Abell, 2007; Loughran, Berry & Mulhall, 2012), dinamik, içeriğin merkezde olduğu, farklı bilgi türlerinin uygulamadaki problemlere birlikte uygulanmasını ve diğer bilgi türlerinin dönüşümünü içeren (Abell, 2008) bir bilgi türüdür.

Pedagojik Alan Bilgisinin tanımlandıktan sonra 1987 yılındaki çalışmasında Shulman öğretmenlik için gerekli yedi bilgi kategorisi tanımlamıştır. Bunlar; (1) İçerik Bilgisi, (2) Genel Pedagojik Bilgi, (3) Öğretim Programı Bilgisi, (4) Pedagojik Alan Bilgisi, (5) Öğrenenler ve Öğrenen Özelliklerinin Bilgisi, (6) Eğitim Bağlılarının Bilgisi ve (7) Eğitimsel Amaçlar, Hedefler ve Değerler Bilgisidir. Bu bilgi kategorileri birçok teorik modelin yapıtaşlarını oluşturmuş ve PAB'nin gelişimini inceleyen çeşitli araştırmacılar değişik Pedagojik Alan Bilgisi modelleri önermişlerdir (örn; Appleton, 2003; Friedrichsen vd., 2009; Hashweh, 2005; Grossman, 1990; Cochran, DeRuiter & King, 1993, Magnusson vd., 1999; Park & Chen, 2012). Alan öğretimi modelleri konu alanı bilgisi ve Pedagojik Alan Bilgisi arasındaki ilişkinin kavramsallaştırılması açısından farklılık göstermektedir (Kind, 2009). Bu modellerde çoğunlukla Shulman'ın (1986,1987) modelinde tanımlanan öğretmenlik için gerekli yedi bilgi temeli referans noktası alınarak eklemeler veya modifikasyonlar yapılmış, bileşenler arasında değişik ilişkiler kurulmuştur.

Shulman'ın (1986) tanımladığı alanlardan biri olan alan bilgisi, temel yapıların bilgisini, disiplinindeki temel ilkelerin, kanunların ve kavramların organizasyonunu ve sözdizimsel yapıların bilgisini, yeni bilginin yapılandırılması ve geçerliliğinin sağlanması sürecin yoluyla içermektedir. Buna göre eğer öğretmenler başarılı olmak istiyorlarsa, içeriğin en öğretilebilir kısımlarını yapılandırarak hem içeriği hem de pedagojiyi eş zamanlı olarak karşılaştırmalıdır.

Grossman'a (1990) göre ise PAB 4 merkezi bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler (1) bir konuyu farklı seviyelerdeki sınıflara öğretmek için gerekli

hedeflerle ilgili bilgi ve inançlar, (2) öğrencilerin anlayışlarının ve yanlış kavramalarının bilgisi, (3) öğretim program materyallerinin ve konu ile ilgili yatay ve dikey ilişkilerin bilgisi ve (4) öğretim stratejileri ve gösterimlerinin bilgisini içermektedir. Şekil 2.9’da Grossman’ın öğretmen bilgisi modeli gösterilmektedir.



Şekil 2.9: Grossman’ın (1990) pedagojik alan bilgisi modeli

Grossman’ın (1990) modelinde, öğretmenlik bilgilerinin alanları arasında bulunan oklar modelin karşılıklı doğasına işaret etmekte ve bu da bilgi alanlarının birbirini etkileyerek öğretmenliğe özgü karmaşık ve etkileşimli bir bilgi formu meydana getirmektedir.

Magnusson, Krajcik ve Borko (1999) ise fen öğretmenlerinin sahip olması gereken pedagojik alan bilgisinin beş alan tanımlamışlardır.

Fen öğretimine yönelim (orientations towards science teaching): Bu bileşen öğretmenlerin fen öğretiminin amaçlarına yönelik inançlarını, öğretimde karar vermelerini ve bilimin doğasına ilişkin inançlarını içermektedir. Bir öğretmenin yönelimi; 1) süreç, 2) akademik disiplin, 3) didaktik, 4) kavramsal değişim, 5)

aktivite temelli, 6) keşfettirici, 7) proje tabanlı, 8) sorgulayıcı araştırma ve 9) rehberli sorgulayıcı araştırma olarak isimlendirilmiştir (Park ve Oliver, 2008a).

Fen öğretim programı bilgisi (knowledge of science curricula): Bu bileşen öğretmenin öğretim programında belirlenmiş kazanım ve hedefler ile programla ilgili özel program ve materyaller bileşenlerinden oluşmaktadır. Friedrichsen ve ark. (2009) öğretim programının sıralaması hakkında bir öğretmenin sahip olduğu bilgiyi öğretim programı bilgisinin bir diğer bileşeni olarak tanımlamaktadır. Buna göre bu bileşen öğretmenin yatay ve dikey öğretim programlarına ilişkin bilgisini ifade eder. Yatay öğretim programı, öğrencinin o yıl içinde hangi konuları öğreneceğine ilişkin bilgisi iken; dikey öğretim programı ise öğrencinin önceki ve sonraki yıllarda neler öğrendiğine-öğreneceğine ilişkin bilgisini ifade eder.

Fen okuryazarlığını değerlendirme bilgisi (knowledge of assessment of scientific literacy): Bu bileşen öğretmenlerin hangi alanı değerlendireceklerini ve hangi yöntemlerle değerlendireceklerini içermektedir. Öğretmenlerin belirli bir konuyu öğrencilerin öğrenmesini değerlendirmek için kullanabileceği yolların farkında olmasını gerektiren bilgidir. Bu bileşen öğrenciyi doğru zamanda, doğru ölçme teknikleri kullanarak ölçme bilgisi anlamına gelir.

Öğrencilerin feni kavramalarına ilişkin bilgi (knowledge of students' understanding of the science): Bu bileşen öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçları, ön bilgileri, kavramaları ve yanlış kavramaları, farklı öğrenme stilleri, farklı öğrenme düzeyleri, yetenek ve becerilerileri, öğrenme güçlükleri, gelişim düzeyi gibi öğrencilere ilişkin bilgiyi ifade eder.

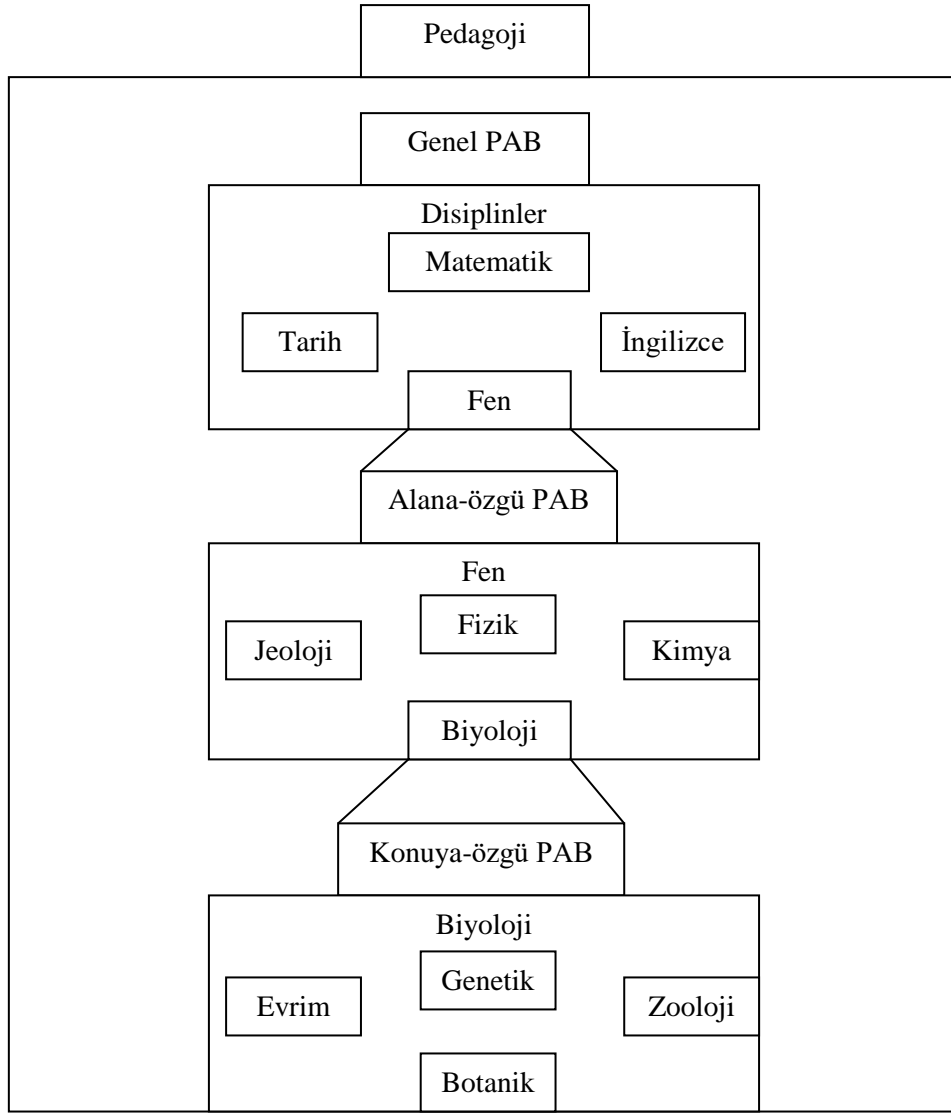
Eğitimsel stratejiler bilgisi (knowledge of instructional strategies): Bu bileşen de alana ve konuya özgü olarak uygulanması gereken stratejilere ilişkin bilgi boyutudur. Alana özgü stratejiler fen öğretimi gerçekleştirilirken kullanılacak genel yaklaşımları ve bütün şemaları içerirken konuya özgü stratejiler bilgisi belirli bir konunun öğretimi sırasında öğretmenin o konuya özel olarak kullanabileceği gösterimler, açıklamalar örnekler, problemler, modeller, analogiler, deneyler, simülasyonlar ile ilgili bilgileri içerir.

Magnusson vd.'nin (1999) PAB modeli Grossman'ın (1990) modeliyle iki modifikasyon hariç benzerdir. Bunlar: (1) amaçlarla ilgili kavrayışlar bileşeni fen öğretme oryantasyonları olarak değiştirilmiştir ve (2) değerlendirme bilgisi PAB'ın bir bileşeni olarak eklenmiştir. Bu modeldeki bütün bileşenler öğretmenin konu alanı bilgisinden ve öğretmenliğin meydana geldiği bağlamdan etkilenmektedir. Pedagojik alan bilgisi ile ilgili görüşler incelendiğinde *pedagoji bilgisi, alan bilgisi ve konu alanı bilgisi olmak* üzere üç temel bilgi türünün tüm modellerde ortak olduğu görülmektedir (Nilsson, 2008).

PAB'a yönelik farklı modeller incelendiğinde ise PAB'ın kendisini oluşturan bileşenlerin bir sentezi olduğu görülmektedir (Abell, 2008; Lee & Luft, 2008). Bu sebeple de bir öğretmenin PAB düzeyi bu bileşenlerin arasındaki entegrasyon ve uyum derecesinin yanısıra her bir bileşene sahip olunmasına bağlıdır (Friedrichsen vd., 2009; Park & Oliver, 2008a). Bu durum PAB'ın belirlenmesi, sunulması veya değerlendirilmesine ilişkin bir zorluk meydana getirmektedir. Bu zorluğun aşılması için farklı araştırmacılar tarafından farklı yöntemler öne sürülmüştür (örn. Abell, 2007; Loughran vd., 2012; Park & Oliver, 2008a,b). Bunlardan biri Loughran ve arkadaşları (Loughran vd., 2012; Loughran, Milroy, Berry, Gunstone & Mulhall, 2001) tarafından fen öğretmenlerinin pedagojik alan bilgilerini belirlemeye yönelik olarak geliştirilen ve "İçerik Gösterimleri" (Content Representations/ CoRes) ve Pedagojik ve Profesyonel Deneyim Dağarcığı (Pedagogical and Professional-experience Repertoire /PaP-eR) olmak üzere iki önemli bileşenden oluşan nitel bir yöntemdir. Buna göre öğretmenlerin sahip olduğu bilgi ve bu bilginin temeli alan gösterimleri yolu ile ortaya çıkan pedagojik ve profesyonel deneyim dağarcığı ile ortaya konur. İçerik gösterimleri, fen eğitimi araştırmalarında PAB'ın belirlenmesinde yöntemsel bir yaklaşım olarak sıklıkla kullanılmakta ve farklı bağlamlara başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Ancak Hume ve Berry (2010) yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarından alan gösterimlerini yapılandırmaları istendiğinde bu işi zor bulduklarını ve sınıf deneyimi eksikliklerinin sınırlayıcı bir faktör olduğunu belirttiklerini ifade etmektedirler. Bu zorluğa karşın uygun ve zamanında destekler ile alan gösterimlerinin yapılandırılma sürecinin öğretmen adaylarının PAB gelişiminde yardımcı olduğu görülmektedir. İçerik gösterimlerine ve yapılarına bu doktora çalışmasının yöntem kısmında ayrıntılı olarak yer verilecektir.

Pedagojik Alan Bilgisinin kökeni öğretmenliğin konu alanı bilgisini öğrencilere aktarmaktan fazlasını gerektirmesi, benzer şekilde öğrenci öğrenmesinin de bilgiyi daha sonra doğru olarak geri çağırmak amacı ile absorbe etmekten fazlası olduğu inancına dayanmaktadır (Carter, 1993; Leinhardt & Greeno, 1986; Loughran, Berry & Mulhall, 2012). Ayrıca, PAB, tüm öğretmenler için aynı olan bir bilgi türü değildir çünkü öğretim bağlamı, alan, deneyim gibi etkenlerden etkilenmektedir (Loughran, Berry & Mulhall, 2012). Bu nedendir ki öğretmenler her farklı konu alanı için farklı Pedagojik Alan Bilgisi geliştirmektedirler (Shulman, 1986; Van Driel vd., 1988). Alanyazında Pedagojik alan bilgisinin konuya, alana veya disipline özgü olduğuna ilişkin farklı düşünceler bulunsa da yapılan çok sayıda çalışma PAB'ın konuya özgü doğasını vurgulamaktadır (Abell, 2007, 2008; Loughran, Mulhall & Berry, 2004).

Öğretmen eğitiminde PAB gelişimi çalışmalarında bir kategori şeması sağlamak için Veal ve MaKinster (1999) bir PAB taksonomisi geliştirmişlerdir. Genel PAB Taksonomisi öğretmenliğin üç bilgi alanının düzeyleri arasındaki hiyerarşik ilişkilere dikkat çekmektedir Bunlar (a) disipline-özgü PAB (İngilizce, matematik, tarih, veya fen gibi), (b) alana-özgü PAB (fizik, kimya, jeoloji veya biyoloji gibi) ve (c) konuya-özgü PAB (genetik veya evrim gibi) olarak belirtilmektedir. Veal ve MaKinster'e (1999) göre bu taksonomi, modeldeki üç düzeyin her birindeki alan öğretimi için gerekli bilgi temelin arasındaki farkları tanımlamakta ve ayırımı yapmaktadır. Bu sebeple model farklı özgünlük seviyelerinde bir PAB'a işaret etmektedir. Örneğim fen öğretmek için gerekli PAB matematik öğretmek için gerekli olandan farklıdır ve biyoloji öğretmenin doğası, fizik öğretmenin doğasından farklıdır. Bir alandaki fen konularını öğretmek öğrencilerin potansiyel öğrenme zorlukları ile en etkili gösterimler, öğretim stratejileri, öğretim programı ile ilgili kaynaklar ve özgün bir konunun öğretimini değerlendirmeyi içermektedir. Şekil 2.10'da bu taksonomi gösterilmektedir.



Şekil 2.10: Veal ve MaKinster (1999) hiyerarşik öğretmen bilgisi modeli

Bu modele göre öğretmen bilgisinin edinimi lineer değildir, fen öğretimi, alana-özgü PAB ve özgün konuları (örn: fotosentez, solunum, difüzyon gibi) öğretmek için gerekli bilgiyi betimlemektedir. Bu model ayrıca PAB'ın doğasına biyolojideki özgün konuların öğretimi için öğretmen bilgisine yönelik sağladığı vurgular ile katkı sağlamaktadır. Böylece osmoz ve difüzyonu öğretmek için gerekli konuya-özgü PAB, genetik kalıtımı öğretmek için gerekli olandan farklı görünmektedir. Her iki konu da örneğin bir lisede biyoloji dersinde aynı öğrencilere öğretilmesine karşın ikisi de öğrencilerin yaşayabileceği potansiyel zorlukların, önkavramaların ve kavram yanılgılarının anlaşılmasını, özgün gösterimlerin

bilgisini, öğretim stratejilerinin ve değerlendirmelerin bilgisini ve o özgün konuda anlamlı öğrenme fırsatları sağlamak için gerekli öğretim programı ile ilgili kaynakların bilgisini gerektirmektedir (Lankford, 2010).

2.4.10 Öğretmen Eğitiminde Pedagojik Alan Bilgisi

Feiman-Nemser'e göre (2001) öğretmen eğitimi programlarının temel görevleri tüm öğrencilerde dikkate değer bir öğrenme sağlayabilmek için öğretmenlerin ne bilmesi, neye dikkat etmesi ve ne yapması gerektiği üzerine yapılandırılmalıdır. Buna göre öğretmen eğitimi programlarının işlevinin merkezinde beş temel görev vardır. Bunlar (1) inançları analiz etme ve yeni vizyonlar şekillendirme, (2) öğretmenlik için konu alanı bilgisi geliştirme, (3) öğrencileri ve öğrenmeyi anlamayı geliştirme, (4) öğretmenlik repertuarı geliştirme ve (5) öğretmenliği öğrenmek için araçlar geliştirme olarak belirtilmektedir. Bu görevler bir araya gelerek başlangıçtaki hazırlık için dinamik ve uyumlu bir ajanda meydana getirmektedir. Ancak hizmet öncesi dönemin üretken bir temel sağlamasına karşın öğretmenlik nitelikleri açısından istenen yeterlilikte öğretmenler yetiştirebilmek için yeterli olmadığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Feiman-Nemser, 2001; Kılınç & Salman, 2009; Kind, 2009; Oskay-Özyalçın, Erdem & Yılmaz, 2009; Wallace & Kang, 2004). Buna ek olarak yapılan çalışmalar öğretmen adaylarında içeriği kavramsal olarak anlama konusunda eksiklikler olduğunu ve soruları ders kitaplarında var olan tanımlarla yanıtlamaya eğilimli olduklarını göstermektedir (Aydın vd., 2010; Çekbaş, 2008; Canbazoglu vd., 2010; Özdemir, 2006; Uşak, Özden & Eilks, 2011). Konu alanı bilgisinin yetersiz olması bazı öğretmen adaylarının bazı konuları, öğretim programında yer aldığı halde, görmezden gelmelerine sebep olmaktadır (Canbazoglu vd., 2010). Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisinin bileşenlerinde ve bütününde yaşadıkları sıkıntıların da belirtildiği fen eğitiminde pedagojik alan bilgisi araştırmalarının derlenmesi ile ilgili çalışmada Aydın ve Boz (2012) öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin geliştirilebilmesi için şu önerilerde bulunmaktadır.

-öğretmen adaylarına gelecekteki öğrencilerinin anlamakta zorlanabilecekleri konuları, kavram yanılgılarına düşebilecekleri noktaları ve güçlü öğretim yöntemlerine yönelik destek sağlanmalıdır.

-öğretmen eğitimi programlarındaki dersler sadece teorik düzeyde kalmamalı bu derslerin anlatımında farklı yöntemler kullanılmalıdır.

- öğretmenlik uygulamaları için seçilen uygulama okullarında öğretmen adaylarına pedagojik alan bilgisinin bileşenleri açısından örnek teşkil edecek deneyimli öğretmenler seçilmeli ve bu öğretmenlere de eğitim verilmelidir.

- öğretmen eğitimi programlarındaki ders içeriklerinin kalitesi artırılmalı, özellikle özel öğretim yöntemleri dersinde farklı yöntem ve teknikler kullanılmalı ve öğretmen adaylarına öğretim yapmaları için şans tanınmalıdır.

2.4.11 Öğrenme Progresyonu Temelli Öğretim Materyalleri

Öğrenme progresyonlarının hedefi sadece konu alanlarını yeniden ele almak ve böylece ne öğretileceğinin ve bunların nasıl sıralacağına başlangıç noktalarını düzenlemek için kullanılması değil bunların araştırmaların odak noktası haline gelmesidir. Ancak Lehrer ve Schauble (2015)'e göre birçok öğretim programı, kaynak ve diğer öğretim materyalleri öğrencilerin öğrenmesi gerekenlerin uzman bilgisinin bir alt kümesi olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak öğrenci bilgisi hem nitel hem de nicel olarak hem yapı hem de içerik anlamında uzman bilgisinden farklılaşmaktadır. Öğrenme araştırmaları için umut vaadeden bir yapı olarak öğrenme progresyonları bireysel ve sosyal bilişsel gelişim, biçimlendirici değerlendirme, öğretim programı geliştirme ve öğretim yaklaşımları gibi sınıf bağlamlarıyla ilgili elementlere katkı sağlama avantajına sahiptir (Salinas, 2009). Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi üst çapaya doğru ilerlemeyi tanımlayan düzeyleri belirlemek için öğrenme progresyonlarının öğrencilerin bir sonraki düzeye geçmelerini sağlayabilecek olası öğretim stratejilerini de tanımlamaları gerekmektedir (Furtak, 2009; Shin vd., 2009). Ancak Öğrenme Progresyonu temelli öğretim materyalleri, ders planları, üniteler veya ders kitapları şeklinde karşımıza çıkan öğretim programı materyalleri değil öğrencilerin öğrenme

sürecini destekleyecek şekilde öğretmenler tarafından kullanılan materyaller veya desteklerdir. Bu materyallerin dayandıkları öğrenme progresyonu çerçevesinde öğretmenlere daha derinlemesine ve daha bağlantılı bilimsel bilgi sağlayabilecek, öğrencilerin tüm düzeylerdeki erişilerine uygun öğretimi uygulama esnekliği sunan ve çok çeşitli öğretim programı materyalleri ve ortak öğretim aktiviteleri ile birlikte uygulanacak kadar kullanışlı olması gerekmektedir (Covitt & Gunckel, 2012).

Öğrenme progresyonu temelli öğretim stratejileri öğrenmeye dayalı araştırmaları, potansiyel öğrenci zorlukları ve alternatif kavramalara dayalı olmalıdır. Bu potansiyel stratejiler önemli kavramların kavranabilmesi için 1) öğrencilerin içeriği anlamlandırmasına yardımcı olabilecek şekilde fikirlerin sıralandığı öğretim dizisini 2) öğrencilerin konuyla ilgili bütünleşmiş bir kavrayış geliştirmesi için fikirler arasında hangi bağlantıların kurulacağını 3) öğrencilerin kavramsal anlayış geliştirirken sahip olabilecekleri zorlukları ve alternatif kavramaları ve 4) deneyim türlerini (örn. olgular, analogiler, açıklamalar, bağlamsallaştırma, yaparak yaşayarak öğrenme aktiviteleri gibi) içerebilir. Öğrenme progresyonlarının en önemli kısımlarından biri de her bir kavramın öğrenciler için erişilebilir olmasını ve öğrenmeyi desteklemeye yardımcı olması için gösterimi ve aydınlatılmasını sağlayacak olguların belirlenmesi ve tanımlanmasıdır. Çünkü ancak bu yolla öğrenme progresyonları geniş çapta bir öğrenci grubunun bir büyük fikirdeki kritik kavramları bütünleşik bir şekilde geliştirmesini destekleyecek anahtar öğrenme deneyimlerinin anlaşılmasını sağlayabilir (Fortus vd., 2006; Shin vd., 2009).

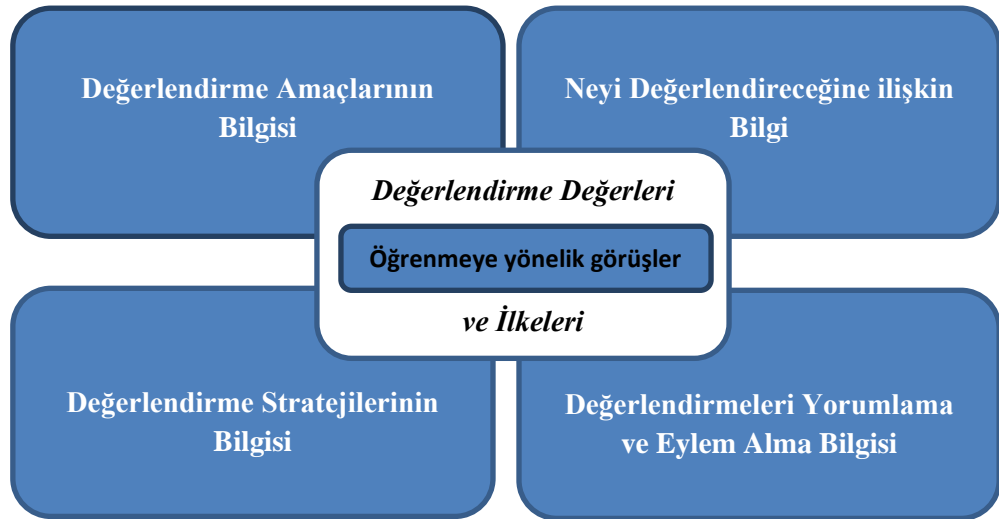
2.4.11.1 Öğrenme Progresyonu Temelli Değerlendirmeler

Öğrenme progresyonlarının sınıf uygulamaları ile ilgili önerilen vizyonlardan biri de uygun öğretim müdahalelerine karar vermek için öğrencinin progresyondaki düzeyini belirlemeyi sağlayacak tanılayıcı değerlendirmelerin kullanılmasıdır (Alonzo & Elby, 2015; Shin vd., 2009). Bu materyaller biçimlendirici değerlendirmeler ve planlar şeklinde ticari olarak geliştirilmiş (Alonzo & Elby, 2015) veya öğretmenlerin kendi hedefleri doğrultusunda geliştirilmiş (Alonzo & Steedle, 2008) olabilmektedir. Öğrenme

progresyonlarındaki bütünleşmiş kavrayışları ölçmesi için değerlendirmelerin sadece önemli kavramlara ilişkin öğrenci bilgisini değil kavramlar arasındaki ilişkileri de ölçmesi gerekmektedir (Smith vd., 2006). Değerlendirmeler ayrıca, öğrencilerin akıl yürütmesinin görünebilir olması için bilgiyi kullanmalarına da odaklanması gerekmektedir. Çünkü bu yolla öğretmenler, araştırmacılar ve öğretim materyallerini tasarlayanlar öğrencilerin bilgiyi nasıl organize ettiklerine yönelik daha çok bilgi elde edebilmekte, öğretim materyallerini ve öğretmenlik uygulamalarını geliştirirken ve revize ederken bu bilgilerden faydalanabilmektedirler (Shin vd., 2009). Öğrencilerin öğrenme süreçlerini geliştirme amacı ile kullanılabilmesi için öğrenme progresyonu temelli değerlendirme problemlerinin puanlamadan ziyade dönüt vermeye temel sağlama niyetinde olan biçimlendirici ve öğrencileri fikir paylaşımına iten üretken bir doğaya sahip olması gerekmektedir (Furtak, 2009).

2.4.11.1.1 Değerlendirme Okuryazarlığı

Değerlendirme okuryazarlığı öğrenme hedeflerinin değerlendirme aktivitelerine dönüştürecek değerlendirmelerin geliştirilmesi yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gottheiner & Siegel, 2012; Mertler & Campbell, 2005; Stiggins, 2002). Öğretmenler değerlendirmeye, öğrenmeye bakış açıları, değerlendirme sonuçlarını yorumlama ve öğretimi buna göre adapte etme yetenekleri doğrultusunda yaklaşırlar (Abell & Siegel, 2011; Siegel & Wissehr, 2011). Abell ve Siegel (2011) fen öğretmenlerinin değerlendirme okuryazarlıkları için bir model geliştirmişlerdir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11: Fen Öğretmenlerinin Değerlendirme Okuryazarlığına ilişkin bir model
(Abell & Siegel, 2011)

Şekil 2.11’de gösterilen model öğretmenlerin değerlendirme okuryazarlığının üç ana ögesini göstermektedir. Bunlar: (1) öğrenmeye yönelik görüşler, (2) değerlendirme ilkeleri ve (3) dört bilgi alanıdır.

Öğrenmeye yönelik görüşler modelin merkezindedir çünkü bir öğretmen öğrenmeyi, söyleneni ezberleme olarak görüyorsa öğrencilerinin bilgiyi tekrarlamasını değerlendirecektir. Eğer bir öğretmen öğrenmeye yapılandırıcı bir bakış açısından bakıyorsa öğrencilerinin etkili öğretime uyum sağlamak için kavrayışları ile ilgili devamlı bir bilgi akışı meydana getirmek için biçimlendirici değerlendirmeler kullanacaktır (Stiggins, 2002). Değerlendirme okuryazarlığına sahip bir öğretmen değerlendirme verilerini yorumlayabilir, öğrencileri ile kavrama durumlarıyla ilgili iletişim kurabilir, bu bilgiyi kısa ve uzun vadeli öğrenme hedefleri belirlemede kullanabilir (Gottheiner & Siegel, 2012). Sunulan modelde, öğrenmeye yönelik görüşlerin çevresinde araçların bilgisi ve yorumlama ve eylem alma bilgisi olmak üzere iki bileşen yer almaktadır.

Değerlendirme araçlarını anlama, değerlendirme formatlarını, stratejilerini ve bilimsel kavramlarla ilgili özgün enstrümanların bilgisini kapsamaktadır (Magnusson vd., 1999; Abell & Siegel, 2011; Gottheiner & Siegel, 2012; Siegel & Wissehr, 2011). Değerlendirme okuryazarlığına sahip öğretmenler çoktan seçmeli ve doğru yanlış gibi formatların ötesinde stratejiler kullanırlar. Çok çeşitli

değerlendirme araçlarının bilgisine sahip öğretmenler özgün öğrenme hedefleri için en ilişkili ve güçlü araçları seçebilir ve böylece öğrencilerinden en yüksek performansı elde edebilir (Ruiz-Primo & Furtak, 2007).

Değerlendirme okuryazarlığının diğer bir önemli kısmı ise öğretmenlerin değerlendirme bilgilerini yorumlamaları ve bunları kullanarak eylem almalarıdır. Öğretmenlerin sadece neyi, ne zaman, nasıl ve neden değerlendireceklerini değil aynı zamanda bu bilgi ile ne yapacaklarını da bilmeleri gerekmektedir (Abell & Siegel, 2011).

2.4.11.1.2 Biçimlendirici Değerlendirmeler

NRC (2001) raporları, biçimlendirici ve zamanında yapılan dönütlerin öğrencilerin gelişmesinde oldukça önemli olduğunu vurgulamaktadır. Eğer öğrencilere zamanında dönüt verilmezse doğru olmayan yöntemleri uygulamaya devam edebilirler. Öğrencilere verilen dönütün türü de öğrencinin verilen hedefe doğru nasıl ilerlediğine ilişkin faydalı olabilecek bir tür olmalıdır (NRC, 2001). Ruttstein'a (2012) göre biçimlendirici, tanılayıcı bilgi öğrencilerin bir sonraki aşamada hangi tür uygulamaya veya öğretime ihtiyaç duyacağı konusunda rehberlik ederek öğrencinin becerilerinin gelişiminin önemli ölçüde gelişmesine yardımcı olabilir. NRC (2001) raporunda da öğreticilerin genellikle önceden belirlenmiş program hedefleri ile karşı karşıya olmalarına rağmen sınıf içerisindeki ara hedeflerden sorumlu olduklarını belirtilmektedir. Öğrencilerin program hedeflerine doğru nasıl ilerlediğine ilişkin bir teori sahibi olup, bunu temele alarak ara hedeflerin belirlenmesi, öğretim programının planlanışını da etkilemektedir (Ruttstein, 2012). Öğrenme hedeflerinin belirlenmesi, bu hedeflere göre öğrencinin nerede olduğunun değerlendirilmesi ve aradaki boşluğun kapatılması için etkili öğretim metodlarının kullanılması, biçimlendirici değerlendirmenin mantığını oluşturmaktadır (Yin vd., 2008). Keeley'e (2008) göre öğrencilerin sahip oldukları fikirler, ön bilgiler ve hazır bulunuşluk düzeyleri dikkate alınmadığı zaman, en ilginç öğretim faaliyeti veya çok iyi yapıldığı düşünülen derslerde bile çoğu zaman kavramsal düzeyde anlama çok az gerçekleşebilir ya da hiç gerçekleşmeyebilir. Öğretmen sınıfta genellikle öğrencilerin anlatılan konu hakkındaki fikirlerinden

çok, programda yetiştirmesi gereken konu ve kavramları aktarmaya odaklanmakta ve öğrencilerin konuyu öğrenip öğrenmedikleri ise genellikle ünite veya dönem sonu yapılan yazılı sınavlarla değerlendirilmektedir. Etkili bir biçimlendirici değerlendirmenin yapılmadığı öğretim uygulamalarında öğrenme ile öğretim arasında hep bir boşluk oluşmakta ve bu boşluklar öğrencilerin başarı düzeyinin belirlendiği ulusal düzeyde SBS ve YGS sınavlarında, uluslararası düzeyde ise PISA, TIMMS gibi sınavlarda ortaya çıkmaktadır. Ancak bu aşamaya gelindiğinde geriye dönüp öğretimin telafisi için çok geç olmaktadır. Bu yüzden fen bilimleri derslerinde öğrenme ile öğretimi birbiriyle bütünleştiren uygulamaların sınıflarda uygulamaya konulması gerekmektedir. (Bulunuz ve Bulunuz, 2013).

Biçimlendirici değerlendirme, öğrenme sürecinde kullanılan ve öğretmenler ile öğrencilere, öğrenme ve öğretmeyi geliştirmeleri için dönüt sağlayan bir değerlendirme türüdür (Black, Harrison, Lee, Marshall & William, 2004; Black & William, 1998a,b; William, Lee, Harrison & Black, 2004). Black ve William'a (1998a) göre biçimlendirici değerlendirme öğretmenler ve/veya öğrencileri tarafından üstlenilen, öğretme ve öğrenme aktivitelerini değiştirmeleri için dönüt sağlama amacıyla kullanılan tüm aktivitelerdir (s.7). Bu sebeple biçimlendirici değerlendirme fen sınıflarında çok değişik şekillerde olabilir. Geleneksel yazılı değerlendirmelerden, soru sorma, tartışma, grup çalışması, öz- değerlendirme, akran değerlendirme ev ödevleri gibi öğretimsel aktiviteler biçimlendirici değerlendirme araçları olarak kullanılabilir (Yin vd., 2014).

Cowie ve Bell (1999), tüm sınıfta öğrencilerin öğrenmeleri ile ilgili bilgi elde etmek amacıyla öğretmen tarafından planlanan “planlı biçimlendirici değerlendirmeler” ile sıradan sınıf aktiviteleri süresince öğretmenin, öğrencilerin düşüncelerine dikkat ederek tepki verdiği “interaktif biçimlendirici değerlendirmeler” arasında bir ayırım yapmıştır. Ancak türü ne olursa olsun herhangi bir biçimlendirici değerlendirme süresince dört ortak adım izlenir. Bunlar; (1) öğrencilerin ulaşması beklenen hedeflerin belirlenmesi (beklenen seviye), (2) öğrencilerin ne bildiği ve ne yapabildiği ile ilgili bilgi toplama (var olan seviye), (3) var olan seviye ile beklenen seviye arasındaki boşluğun tanımlanması ve (4) boşluğun kapatılması için aktivitelerin gerçekleştirilmesidir (Bell & Cowie, 2001; Ramaprasad, 1983). Bu süreç öğrencinin süreçte bilgiyi daha derinlemesine bir

şekilde yapılandırmasına ve dolayısı ile motivasyonunun ve başarısının artmasına yardımcı olur (Yin vd., 2008).

Yin vd'ne (2014) göre biçimlendirici değerlendirmenin bileşenleri, Posner vd'nin kavramsal değişim modeli ile şu noktalarda iş birliği içindedir. (a) Biçimlendirici değerlendirmeler öğrencilerin düşüncelerini belirgin hale getirmelerine yardımcı olabilir ve böylece öğrenciler kendi kavrayışlarını değerlendirme fırsatı elde edebilirler, (b) biçimlendirici değerlendirmeler beklenen öğrenme hedefini tanıtır ve böylece öğrenciler kendi ön kavramlarından daha akla yatkın ve verimli alternatifleri değerlendirebilirler, (c) biçimlendirici değerlendirme öğrencileri, ön kavramları ve yeni kavramlar arasındaki boşluğu kapatmak için teşvik edebilir, böylece öğrenciler kendi kavramlarını yeniden yapılandırarak bilimsel olarak daha doğru kavramlar geliştirebilirler (s.534).

Shavelson vd. (2008), sınıf içindeki biçimlendirici değerlendirmelerin informalden formale doğru uzanan bir devamlılığı olduğunu belirtmekte ve bu devamlılık için üç dayanak noktası tanımlamaktadırlar: (a) Hazırlıksız (on-the-fly), (b) etkileşim için planlanan ve (c) formal ve öğretim programına gömülü. Belirli bir biçimlendirici değerlendirme uygulamasının bu üç noktadan hangisine dahil olduğu planlama için harcanan zamana, formallığına, elde edilmesi beklenen verinin kalitesine ve doğasına ve öğretmen tarafından öğrenciye verilen dönütün doğasına bağlı olarak değişir (Shavelson vd., 2008, s.300).

Hazırlıksız biçimlendirici değerlendirme, örneğin bir öğretmen küçük gruplarda çalışmakta olan öğrencilerin aralarındaki diyalogu dinlerken öğrencilerin konu ile ilgili herhangi bir eksikliğini farketdiğinde, istemsiz bir şekilde ortaya çıkan bir durumda, bu eksiği daha farklı açıklamalarla veya materyallerle açıklamaya çalıştığında ortaya çıkar. Etkileşim için planlanan biçimlendirici değerlendirme ise istemlidir. Örneğin öğretmen ders planı hazırlarken öğrenme hedeflerinin temeline bir takım merkezi sorular koyabilir. Bu soruları ders esnasında doğru yerlerde öğrencilere yönelterek, tartışma yolu ile öğrencilerin ne bildiğini ve hangi farklı fikirlerin tartışılması gerektiğini belirleyebilir. Üçüncü tür olan formal ve öğretim programına gömülü biçimlendirici değerlendirmeler ise bir üniteye kritik kavşaklarda gömülüdür ve önemli alt hedefler gerçekleştiğinde, bir sonraki derse geçmeden önce boşlukları doldurmayı hedefler (Shavelson vd., 2008).

Fen sınıflarında biçimlendirici değerlendirmeler tasarlama ve bunları uygulama öğretmenler için çok sayıda zorluk içermektedir çünkü öğretmenler öncelikle öğrencilerin düşüncelerini paylaşabilmeleri için fırsat yaratacak öğretim deneyimlerini tasarlayabilmeli ve ortaya çıkan fikir türlerini yönlendirebilmelidir. Bunun için ise öğretmenler öğrencilerin fikirlerini belirleme, yorumlama ve sınıf içi tartışmaları yönetebilme becerilerine sahip olmalıdır (Furtak, 2011). Öğretmenlerin biçimlendirici değerlendirmeleri nasıl kullandığına ilişkin yapılan müdahale çalışmaları, öğrenme progresyonlarının içerdiği bilgiyi çeşitli öğretim stratejileri ile bir araya getirerek kullanan öğretmenlerin öğrencilerde daha yüksek öğrenme kazanımları elde ettiklerini göstermektedir (Bennett, 2011; Heritage vd., 2009; Furtak vd., 2008).

2.4.11.1.3 Biçimlendirici Değerlendirmeler ve Öğrenme Progresyonları Arasındaki İlişki

Biçimlendirici değerlendirme; öğrencinin bir konuya ilişkin kavrayışını bir hedef veya amaç temelinde, öğrenciye öğretim rehberliği şeklinde dönüt sağlayarak ve değerlendirmeyi sürekli hale getirerek öğrencinin var olan performansı ve hedef arasındaki farkı mümkün olduğunca kapatmayı içermektedir (Sadler, 1989). Klasik biçimlendirici değerlendirme teorisi öğretmenlerin, öğrencilerde var olan kavrama durumuna nasıl erişeceklerini ve onları o hedefe nasıl yönelteceklerine dayalıdır. Diğer bir deyişle, bir değerlendirme, o değerlendirmeden elde edilen bilgi öğrenen tarafından anlaşıldığında ve var olan durumla istenen durum arasındaki mesafeyi değiştirerek öğrenciye dönüt sağladığında biçimlendirici hale gelir.

Öğrenme progresyonlarının kullanılma amaçlarından biri öğrencilerin kavramsal bir alandaki fikirlerinin gelişme yollarını göstermek olduğundan, öğretmenlerin sınıflarındaki biçimlendirici değerlendirmeleri yapılandırılmalarında destek olmak için ideal görünmektedirler. Öğrencilerin biçimlendirici değerlendirmeler esnasında paylaştıkları fikirler genellikle anlaşılması güç olduğundan ve kavram yanılgıları ve günlük fikirlerle dolu olduğundan, öğretmenler öğrencilerin paylaştıkları fikirleri yorumlamada öğrenme progresyonlarından destek alabilirler (Furtak, 2012). Öğretmenler öğrenci

Öğrenme progresyonları, merkezi bir fikrin göreceli olarak uzun bir zaman dilimindeki gelişimini ifade etse de öğrenmedeki ilerlemeler göreceli olarak daha kısa bir zaman süresince (örneğin bir ünite) de meydana gelebilir. Örneğin Merritt, Krajcik ve Schwartz (2008) yaptıkları çalışmada 6. sınıf öğrencilerinde bağlam içinde kullanılmış ve model temelli bir kimya ünitesi olan maddenin tanecikli yapısı ünitesindeki değişimlerini 8 hafta boyunca izlemişlerdir. Kennedy ve Wilson (2007) kaldırma kuvveti ile ilgili bir ünite ile bütünleştirilmiş bir öğrenme yörüngesi geliştirmişlerdir. Furtak (2012) lise öğretmenlerinin doğal seleksiyonla ilgili geliştirilen bir öğrenme progresyonunu uygulayarak biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını geliştirmeyi hedeflemiştir.

2.4.11.1.4 Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü

Biçimlendirici değerlendirme için ilgi uyandıran sorular ve aktiviteler geliştirmek ve öğrencilere kullanışlı geribildirim sağlamak oldukça güçtür (Heritage vd., 2009). Ancak yapılan bazı çalışmalar (örn: Furtak & Heredia, 2014; Furtak, Morrison & Kroog, 2014) öğretmenlerin, meslektaşlarının desteği ile bu tür değerlendirmeleri tasarlayabildiklerini göstermektedir.

Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (BDTD) (Furtak & Heredia, 2014) (Şekil 2.13) beş adımdan oluşan öğretmenlerin öğrenme progresyonları desteği ile biçimlendirici değerlendirmeler geliştirmesini desteklemesini sağlayan bir profesyonel gelişim yaklaşımıdır (Furtak vd., 2016). Uygulayıcılara yönelik olarak yaptıkları bir çalışmada ise Furtak ve Heredia (2016) fen öğretmenlerine biçimlendirici değerlendirmeleri geliştirme, karar verme ve gözden geçirme anlamında rehberlik eden araştırma temelli, Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü'nü (BDTD) (Şekil 2.14) dört adımlı olarak sunmaktadırlar. İki döngü de incelendiğinde içerdikleri adımların aynı olduğu ancak sunum şekillerinin değiştiği görülmektedir. Burada BDTD'nin dört adımdan oluşan versiyonu açıklanacaktır.



Şekil 2.13: Beş Adımlı Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (Furtak & Heredia, 2014)



Şekil 2.14: Dört Adımlı Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (BDTD) (Furtak & Heredia, 2016)

BDTD bir grup öğretmenin ortak değerlendirmeleri birlikte tasarlaması ve kendi sınıflarında kullanması temeline dayanmaktadır (Ainsworth ve Viegut, 2006) ve döngünün sonraki adımlarında öğretmenler öğrencilerin paylaştıkları fikirleri ve daha sonra ne yapmayı planladıklarını tartışmak üzere toplanmaktadırlar. BDTD'nin her elementi yıllar boyunca dört liseden fen

öğretmenlerinin katıldığı iki araştırma projesinin sonuçları ile ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmalar öğretmenlerin BDTD'yi kullanarak daha iyi biçimlendirici değerlendirmeler geliştirdiğini, ünitelerini senkronize ettiğini ve fen ve öğrenci fikirleri hakkında daha fazla bilgi sahibi olduklarını göstermektedir; benzer şekilde, öğretmenler biçimlendirici değerlendirmelerini daha çok kullandıkça öğrencilerin öğrenmesi de artmaktadır (Furtak ve Heredia, 2016; Furtak, Morrison & Kroog, 2014).

BDTD'nin ortaya çıkması birlikte çalışan ve kendi öğretim pratiklerini geliştirmek üzere düzenli olarak buluşan meslektaşlar ile olmuştur (Borko vd., 2008; McLaughlin & Talbert, 2006). Bu meslektaşlar aynı konu alanından gelebildiği gibi (örn, lise biyoloji) farklı düzeylerden ve fen disiplinlerinden de gelebilmektedir. Daha önceki yaklaşımla, kendi alanları için okuldaki tek öğretmen olabilen küçük okullardaki öğretmenler komşu okullardaki öğretmenler ile partner olabilmekteydi. Daha sonraki yaklaşımla, farklı düzeylerdeki ve farklı fen alanlardaki öğretmenler kendi okullarından veya komşu okullardan gelebilmektedir.

Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü'nün (BDTD) adımları şöyle açıklanmaktadır.

Adım 1: Hedef Belirleme ve Öğrenci Fikirlerini Keşfetme

Bu adımda öğrenci öğrenmesi ile ilgili ne bilmek istendiğine karar verilir ve bu hedef çerçevesindeki öğrenci fikirleri keşfedilir. Buradaki hedefler doğrudan öğretim programlarından, standart dokümanlarından, yıllık/haftalık plan, veya eyalet, bölge veya okular tarafından kullanılan diğer müfredat çerçeveleri gibi farklı kaynaklardan gelebilir. Örneğin A.B.D' de yayınlanan Yeni Jenerasyon Fen Standartları Çerçeveside (NGSS) öğrencilerin ne bilmesi beklendiği ve yardımcı olacak ek kaynaklar ile ne yapacakları açıkça tanımlanmıştır (Bybee, 2013).

Daha sonra tanımlanan hedefler/standartlar grup tartışması halinde ele alınır. Bu hedefteki disiplinler ana fikirler, bilimsel uygulamalar gibi noktalar derinlemesine incelenerek başlanır. Örneğin NGSS yaşam bilimleri standardı HS-LS4-Biyolojik Evrim performans beklentisi için, "Doğal seleksiyonun

populasyonların adaptasyonuna nasıl yol açtığına dair kanıta dayalı bir açıklama yapılmalıdır” ifadesi üç bileşen ortaya çıkarmaktadır: Doğal seleksiyon (LS4.B) ve Adaptasyon (LS4.C) gibi disiplinler merkezi fikirleri, açıklama yapılandırma ve kanıttan argüman sunma gibi bilimsel pratikleri ve Döngüler ve Etki ve Tepki gibi disiplinlerarası kavramlar ortaya çıkmaktadır. Bu üç boyut birlikte değerlendirmenin hedefi olarak hizmet etmektedir.

Sonrasında, çalışma grubunun bu fikri nasıl algıladığı ve halihazırda nasıl öğrettiği haritalandırılır (Loughran, Mulhall & Berry, 2008). Burada daha önce Pedagojik Alan Bilgisi bölümünde bahsedilen “İçerik Gösterimleri (CoRes) kullanılabilir. Bu adımda sorulacak sorulardan bazıları ise şunlardır: Bu merkezi fikirleri hangi öğrenci aktiviteleri desteklemektedir? Bu croscutting kavramlar arasında hangi bağlantılar kurulmuştur? Öğrenciler bu fikirleri öğrendikleri esnada hangi bilimsel uygulamalara katılmaktadır?

Bu adımın son işlemi için ise değerlendirilecek fikirlerin her biriyle ilgili olabilecek öğrenci fikirlerini listelenir. Örneğin yukarıda sözü geçen LS4.B ve LS4.C merkezi fikirleri için, öğrencilerin “uyum sağlamak (adaptasyon)” terimini tutarsız biçimde kullandıklarını ve genellikle müstakil organizmaların hayatta kalmak için yeni özellikler geliştirdiğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca NGSS’nin temelini oluşturan, lise standartlarının üzerlerine yapılandırıldığı kurucu nitelikteki uygulamalar ve öğrenme progresyonları da öğrenci fikirlerini listelemek için kullanışlı olarak görülmektedir.

Adım 2: Araçları Tasarla ve Gözden Geçir

İkinci adımda, öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkaracak bir aktivite veya araç geliştirilir. Furtak ve Heredia (2016) var olan bir aktivitenin içine biçimlendirici değerlendirme stratejilerinin entegre edilmesinin oldukça iyi sonuç verebildiğine işaret etmektedirler. Örneğin, Tahmin Et- Gözle- Açıkla değerlendirmesine (White & Gunstone, 1992) bir demonstrasyon uyarlanması, öğrencilere önce özgün bir durum sunarak, ne olacağını tahmin etmelerini ve demonstrasyonu tamamlayarak gözlemledikleri ile ilgili bir açıklama yapılandırmalarını istemek bu araçlara örnek olarak verilebilir. Ek olarak ise birbirinden farklı bir sürü cevap ortaya çıkarması muhtemel olan çoktan seçmeli bir

soru alıp ve öğrencilerden bir yanıtı seçerek neden o yanıtı seçtiklerini açıklamalarını istenebilir (Furtak, 2009). Daha sonra öğrencileri bu yanıtlara göre gruplayarak farklı yanıtlar için farklı argümanlar sunulabilir.

Furtak vd'nin (2012) doğal seleksiyon ile ilgili yaptıkları çalışmada öğretmenler, öğrenciler NGSS'nin HS-LS4 standardı ile ilişkili bir doğal seleksiyon modeli oluşturduktan hemen sonra bir biçimlendirici değerlendirme uygulamışlardır. Bu aktivite Darwin'in Galapagos adasında karşılaştığı farklı türdeki gaga tipleri ve besinleri modelleme ile doğal seleksiyon sürecini daha iyi anlamayı sağlayan ortak bir laboratuvar aktivitesi idi. Sagebrush okulunda, öğrenciler, tahta, oluklu ve plastik dondurma kaşıkları gibi birkaç tür kaşık kullanarak Darwin'in Galapagos İspinozlarındaki gaga şekli ve boyutunun varyasyonlarını göstermişlerdir. Öğrencilere laboratuvar masasına yerleştirilmiş tohumları bu kaşıklarla toplamak için belli bir zaman verilmiştir, daha sonra öğrencilerin her biri topladıkları tohumları saymışlardır. Öğrenciler tarafından temsil edilen kuşlardan daha fazla sayıda tohum toplayanlar üremek için hayatta kalmışlar, tohumları toplamada daha başarısız olanlar ise birkaç tur tohum topladıktan sonra farklı gaga tiplerinin oranları erişilebilir tohumları daha iyi toplayabilecek olan kaşıklar lehine değişmiştir. Peter ve Rosemary Grant'in çalışmalarını (1986) takip ederek, tohum karışımı "ıslak" ve "kuru" yılları gösterecek şekilde değişmiştir ve aktivitenin sonunda, öğrenciler her bir gaga tipine sahip olan bireyleri, popülasyondaki değişimin çevredeki değişime göre nasıl değiştiğini izlemek için grafiklerle göstermişlerdir. Öğretmenler öğrencilerin sonuçlarını ortaya çıkarmak için sorular sormuş ve modelden topladıkları kanıtlardaki desenler ile etki ve tepki ilişkilerini tanımlamalarını istemişlerdir.

Bu adımda planlama yapılırken, değerlendirme grupla tartışılır. Değerlendirmede gelebilecek cevapları tanımlamak için Adım 1'de tanımlanan kaynakların kullanılması önerilmektedir. Gerekirse değerlendirme gözden geçirilerek olası beklentiler ile ilgili yansıtma yapılır.

Adım 3: Karar ver ve Veri Topla

Bu adımda gruptaki her bir öğretmen aktiviteleri kendi sınıfında uygular. Sınıfta paylaşılan öğrenci fikirlerini yakalamak için yazılı öğrenci çalışmaları,

öğrenci fikirlerini listeleme, yazı tahtasının resmini çekme veya ses/video kaydı alma gibi yöntemler kullanılabilir. Furtak ve Heredia (2016) çekilen video kayıtlarının izlenmesinin biçimlendirici değerlendirme aktivitelerini ve stratejilerini geliştirmede en üretken yol olduğuna işaret etmektedir.

Adım 4: Sonraki adımları Yansıt ve Tanımla

Aktiviteler gerçekleştirildikten sonra tartışma grubu bir araya gelerek toplanan verilerle ilgili kanıtlar ele alınır. Öğrencilerin cevapları incelenerek kategorilere ayrılır ve değerlendirilen alanla ilgili öğrenci düşüncelerinin fikirlerle, kavramlarla ve uygulamalarla ilişkisi tartışılır. Videolardan seçilen kısımlar incelenip detaylıca tartışılır. Adım 2’de öngörülen öğrenci cevapları ile gerçek cevaplar karşılaştırılır. Daha önce öngörülenden farklı noktalar ortaya çıkarsa sonraki adımlarla ilgili neler yapılacağı tartışılır, yapılan aktivite ile ilgili işleyen ve işlemeyen noktalar belirlenerek düzenlenir.

2.5 İlgili Araştırmalar

2.5.1 Öğrenme Progresyonları ile ilgili Çalışmalar

Bu bölümde öncelikle genetik ve diğeri biyoloji konularında geliştirilen öğrenme progresyonları ile ilgili geçerlilik ve düzenleme çalışmalarına, daha sonra ise diğeri alanlarda yapılmış öğrenme progresyonu geliştirme çalışmalarından bazılarına yer verilecektir.

2.5.1.1 Biyoloji Alanında Öğrenme Progresyonları ile ilgili Çalışmalar

Dougherty (2009) genetik konuları için yeni bir sıralama ve kapsam önerdiği çalışmasında öğrencilere klasik kalıtımın daha basit modellerini öğretmeden önce daha sürekli ve daha karmaşık özelliklerin daha nicel bir odakla tanıtılmasını savunmaktadır. Dougherty'nin bu önermesi ağırlıklı olarak alanın analizine ve özelliklerin çoğunun polijenik olduğu ve basit kalıtım modellerine uymadığı gerçeğine dayanmaktadır. Duncan vd. (2009) ve Roseman vd. (2006) tarafından önerilen öğrenme progresyonlarının aksine, Dougherty (2009), genetik öğretim programında öğrencilerin ilk önce sürekli ve poligenik olan daha karmaşık özelliklerle ilgili bilgi sahibi olmalarını ve sonra da daha basit tek gen özelliklerini öğrenmelerini sağlamak için neredeyse zıt bir çözüm önermektedir. Dougherty, karmaşık özelliklerin okulda nadiren tartışıldığını ve bunun sonucunda kalıtımın öğrencilerin karşılaşacakları genetik olguların çoğunu açıklayamayarak deterministik görünümünü koruduğunu iddia etmektedir. Daha karmaşık kalıtım örüntüleri sıklıkla var olan öğretim programlarının dışında bırakıldığından bu çalışmadaki öğretim programı öğrencilerin deneyim elde etmesini sağlamış olsa da bu öneri, daha önceden yapılmış ve öğrencilerin genetik modeldeki daha temel kalıtım örüntülerini bile anlamakta ve açıklamakta zorlandığını gösteren diğeri çalışmalarla (örn. Cartier & Stewart, 2000; Lewis vd., 2000; Tsui & Treagust, 2007) çelişmektedir.

Freidenreich, Duncan ve Shea (2011) genetik okuryazarlığının üç modelinin (mendel, mayotik ve moleküler modeller) ortaokul öğrencileri tarafından nasıl anlaşıldığını anlamak ve bu sayede genetik öğrenme progresyonlarını da test etmek için araştırma yapmışlardır. Bu amaçla tasarladıkları bir genetik ünitesini karışık bir sınıfta (6., 7. ve 8.sınıflar, n=59) uygulayan araştırmacılar ön- ve son-testler, öğrenci çalışmaları, bireysel ön- ve son-görüşmeler, video kayıtları gibi veri toplama araçları kullanmışlardır. Çalışmada elde edilen verilerin sonuçlarına göre ortaokul öğrencileri öğretim sonrasında her üç modelde de gelişme göstermişlerdir. Özellikle öğrencilerin moleküler modelle ilgili akıl yürütmeleri, alanın karmaşıklığı göz önüne alındığında oldukça dikkate değer görülmüştür. Öğrenciler üç modelde de gelişme kaydetmesine rağmen araştırmacıların umduğu gibi gelişmeyen noktalar olduğu görülmüştür. Bunlar: (1) öğrencilerin farklı genotipteki bireylerden gelen eşey hücrelerinin genetik bağlamını ön görmede yaşadıkları zorluklar (2) öğrencilerin proteinlerin işlevleri ile ilgili bilgi dağarcıklarının kısıtlı olması ve (3) öğrencilerin üç model arasındaki bağlantılarla ilgili kavrayışlarının sağlam olmaması olarak belirtilmiştir.

Shea ve Duncan (2013) çalışmalarında öğrenme progresyonlarının teoriden uygulamaya geçirilmesinde önemli bir faktör olan öğrenme progresyonlarının test edilerek düzenlenmesine odaklanmışlardır. Bu süreçte (a) öğrenme progresyonunun düzeylerinin sayısı ve tane büyüklüğüne karar vermek için ve (b) bir progresyondaki çoklu büyük fikirler arasındaki ilişkileri nitelendirmek için deneysel verilerin vurgulanmasına işaret eden araştırmacılar revizyon sürecinde bulunan karar verme yöntemlerini tanımlamışlardır. Buna göre progresyonların revizyon sürecinde (a) düzeyi bölme veya düzey ekleme, (b) düzeyleri birleştirme, (c) düzey çıkarma ve (d) çeşitli yapılar boyunca ilerlemekte olan bağımlı durumları tanımlama olmak üzere dört yöntem tanımlamışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada daha önce genetik öğrenme progresyonu ile ilgili gerçekleştirdikleri iki yıllık boylamsal bir çalışmada (Duncan, Ruppert, Bausch & Freidenreich, 2008) topladıkları verileri kullanmışlardır. Çalışmada, birinci ünite progresyonun ikinci düzeyinin, ikinci ünite ise progresyonun üçüncü düzeyinin öğrenme hedeflerini yansıtacak şekilde geliştirilen iki ünite kullanılmış ve bu üniteler iki yıl boyunca arka arkaya uygulanmıştır. Üniteleri tasarlayan ekipte

bulunan öğretmenlerden biri ise bu üniteleri kendi karışık sınıfında (6., 7. ve 8. sınıf, n=60) uygulamıştır. Revizyon çalışması için bu araştırmada öğrencilerle (n=23) yaptıkları açık uçlu sorulardan oluşan ve genlerin fizyolojik etkilerini nasıl gösterdiğine ve genetik olgularda protein rolüne odaklandıkları görüşmelerden elde ettikleri veriler kullanılmıştır. Yaptıkları analizlerde geliştirilmiş hipotetik progresyonla yakalanmayan bazı kavrama düzeyleri belirlemiştir. Progresyonun özellikle genetik bilginin doğasına odaklanan B yapısı ile ilgili analizlerde tanımlanan üç düzeyden farklı kavrama düzeyleri belirlenmiştir.

Shea, Duncan ve Stephenson (2015) üniversite öğrencilerinin otantik genetik ikilemleri ile ilgili akıl yürütmelerini araştırarak genetik okuryazarlığı için üç parçalı bir model önerisinde bulunmuşlardır. Bu parçaları kavram bilgisi kullanımı, argümantasyon kalitesi ve akıl yürütümede durumsal özelliklerin rolü olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada 20 üniversite öğrencisi ile gerçekleştirdikleri yarı-yapılandırılmış görüşmeleri analiz etmişlerdir. Özgün durumsal özelliklerin öğrencilerin akıl yürütme yeteneklerini kısıtlayıp kısıtlamadığını görmek için aynı genetik ilkelere dayanan ancak farklı durumsal özelliklere sahip (örneğin bitki ve insan genetiği) iki görev tasarlamışlardır. Birinci görüşme durumunda (bitki) katılımcılara ilk olarak gerçek bir olaydan uyarlanan (büyük bir tahıl firmasının küçük bir çiftçiyi patent ihlali yüzünden dava etmesi) bir gazete makalesi okutulmuş daha sonra genetik bilgilerini kullanabilecekleri sorular sormuşlardır. İkinci görüşme durumunda ise (insan) katılımcılara albinizmi olan bireylerin fotoğrafları gösterilmiş ve bu rahatsızlığın biyolojik mekanizmaları ile ilgili akıl yürütmelerini gösterecek sorular sormuşlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre genetiğin moleküler modeliyle ilgili alan bilgisi kullanımında, görüşmelerde mekanistik akıl yürütme anlamında daha gelişmiş olan öğrencilerin genetik olgularla ilgili alan bilgilerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Duncan, Castro-Faix ve Choi (2014) genetik öğrenme progresyonu olarak geliştirilmiş iki çerçevenin (Duncan vd., 2009 ve Roseman vd., 2006) ana yaklaşımlarını temel alarak önce Mendel Genetiğinin mi yoksa Moleküler Biyolojinin Santral Dogmasının mı öğretilmesi gerektiği üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar iki yıllık bir araştırma periyodunda, iki ortaokulda

(n=117) yaşları 10-13 arasında değişen öğrencilerle çalışmayı yürütmüşlerdir. Buna göre, iki ortaokul fen öğretmeni, fen eğitiminde öğrenim gören lisansüstü öğrenciler ve bir fen eğitimi araştırmacısı ile iş birliği içinde genetik öğrenme progresyonunun ikinci ve üçüncü seviyeleri için Mendel ve moleküler genetiğin ana fikirlerine odaklanan 7 haftalık üniteler geliştirilmiştir. Araştırmanın birinci yılında öğrenciler üniteye genetik hastalıkların semptom düzeyinden moleküler düzeyine doğru keşfedilmesiyle ilgili çalışmalarla başlamış ve sonrasında bu hastalıkların genetik kalıtım örüntülerini ve temel Mendel Genetiği kavramlarını incelemişlerdir. Araştırmanın ikinci yılında ise öğrenciler zayıf domuz soyları ile ilgili tasarım temelli bir proje yoluyla Mendel Genetiğindeki fikirleri öğrenerek başlamış ve sonrasında ünitenin ilerleyişinde domuzların daha sağlıklı bir yağ içeriğine sahip olmaları için genetik mühendisliğini kullandıkları moleküler biyoloji kısmına geçilmiştir. Araştırmada veri toplama araçları olarak 35 sorudan (kısa cevaplı ve çoktan seçmeli soruların karışımı) oluşan iki paralel test kullanılmış ve veriler nitel ve nicel olarak analize tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar öğrencilerin Moleküler Genetik konuları ile ilgili kavrayışlarının, sonrasında öğrendikleri Mendel Genetiği ile ilişkili fikirlere katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ancak bunun tersi durumda daha zayıf etkiler görülmüş ve araştırma Duncan vd.'nin (2009) geliştirdiği genetik öğrenme progresyonunun öğrencilere daha çok destek sağlayabileceğini göstermiştir.

Duncan, Choi, Castro-Faix ve Cavera (2017) daha önce ortaokul düzeyinde yaptıkları moleküler genetik mi yoksa Mendel genetiği mi önce öğretilmeli sorusunu bu kez 11. sınıflar üzerinde test ederek cevaplamaya çalışmışlardır. Araştırmacılar genetikle ilgili toplamda 8 hafta süren iki karşılaştırılabilir modül hazırlamışlardır. Moleküler modülde genetik öğrenme progresyonunun A, B ve C yapıları işaret edilirken klasik genetik modülünde E ve F modüllerine işaret edilmiştir. Bu modüllerin arasında ise bir hafta süren bir köprü modülü geliştirmişler ve öğrencilerin moleküler ve klasik genetikteki açıklamalar arasındaki bağlantıları keşfetmelerini sağlamışlardır. Araştırmada veri toplama aracı olarak 56 sorudan oluşan sıralı çoktan seçmeli bir araç kullanılmış ve bu araç ön ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırmacılar beş öğretmen ve toplam 285 11. sınıf öğrencisi ile çalışmayı iki yıl üst üste tekrarlamışlar ve ikinci yıla ait sonuçları bu makalede yayınlamışlardır. Elde

edilen sonuçlar öğrencilerin tüm yapılar da yeterlilik kazandıklarını ve sıklıkla öğrenme progresyonunda bir düzey ilerlediklerini göstermiştir. Öğrencilerin başlangıç fikirlerinde en çok varyasyonun B yapısında –genler proteinler için bilgi kaynağıdır– olduğu ve çoğunlukla düzey 1’den düzey 2’ye ve bazen de düzey 3’e geçtikleri görülmüştür. Buna karşın öğrencilerin en az F yapısında –kalıtım örüntüleri– ilerleme gösterdikleri görülmüştür. Öğrenciler kalıtımın örüntülerinden bazılarını (eşeye bağlı ve eksik baskınlık gibi) anladıkları ancak bu örüntüler için moleküler açıklamalar yapmakta zorlandıkları belirlenmiştir. Bu durumun sebebi olarak ise araştırmada, bu konuya ait fikirlerin köprü modülünde öğretilmesi ve buradaki öğretimin yetersiz olabileceği belirtilmiştir. Çekinik özelliklerin moleküler temelini daha iyi anlaşılmasını ise dominant özellikler ve hastalıkların mekanizmalarının daha karmaşık olmasına bağlamışlardır. Önce moleküler genetik konularının öğretildiği ünite de öğrencilerin daha başarılı olması ise daha önceki çalışmadaki gibi Duncan vd.’nin (2009) genetik öğrenme progresyonunun daha etkili bir öğrenme sağladığı sonucunu desteklemiştir.

Todd (2013) 10. sınıf öğrencilerinde moleküler genetik öğrenme progresyonunun (Duncan vd., 2009) deneysel olarak test edilmesine odaklandığı bir doktora tez çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, iki okuldan toplam 3 öğretmenin üç sınıfında, üç farklı bağlamda bir müdahale çalışması yapılmıştır. Birinci sınıfta 62 10. sınıf öğrencisiyle 3 müdahale ünitesi, ikinci sınıfta 65 10. sınıf öğrencisiyle 1.5 müdahale ünitesi öğretmenler tarafından yürütülmüş ve üçüncü sınıfta ise 86 10. sınıf öğrenciyle herhangi bir müdahale çalışması gerçekleştirilmemiştir. Araştırmacı tarafından tasarlanan ünitelerin çalışma gruplarında uygulanmasından önce ve sonra yazılı değerlendirmeler, görüşmeler, sınıf videoları ve öğrenci çalışma kağıtları kullanılarak veriler toplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğrencilerin moleküler genetik öğrenme progresyonlarının düzeyleri belirlenerek, progresyon düzeylerinde ve yapılarında çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca, öğretim öncesinde 10. sınıf öğrencilerinin progresyonun oldukça düşük düzeylerinde buldukları ve öğretim boyunca bu düzeyler boyunca ilerledikleri görülmüştür. Müdahale ünitelerinin etkisini araştırdıkları nitel bulgulara göre ise ünitelerde vurgulanan gen, protein, hücre, özellik gibi belirli fikirlerin öğrenciler için kullanışlı olduğu görülmüştür. Ek olarak ise Duncan vd. (2009) genetik öğrenme progresyonunun iki yapısı iki yeni

yapıya bölünmüş ve progresyona tamamen yeni bir yapı da eklenmiştir. Çalışmanın özgün olarak bu öğrenme progresyonunun bütün yapılarını test etmeye odaklanan ilk çalışma olduğu belirtilmiştir.

Todd, Romine ve Correa-Menendez (2017) çok yönlü öğrenme progresyonları teorisinin üniversite öğrencilerinin genetikteki fikirlerinin yapılarını nasıl etkileyeceğini araştırdıkları bu çalışmayı genetik konularına odaklanan bir biyolojiye giriş dersi bağlamında gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada daha önce Todd vd. (2017) tarafından lise öğrencilerine yönelik olarak geliştirilen, Todd ve Romine (2016) tarafından üniversite öğrencileri için düzenlenerek kullanılan ve bu doktora tezinin de veri toplama araçlarından biri olan ÖPD-MG2 kullanılmıştır. Ancak daha önce yaptıkları basit-ölçmeli kesitsel yaklaşımda olduğunun aksine burada Rasch ölçümünden elde ettikleri bulguları kendi alan bilgileri ile birleştirerek öğrencilerin fikirlerinin sadece bir yapı içinde gelişmediğini buna ek olarak ilişkili yapılar arasında da ilerlemeler bulunabileceğini öne sürmüşlerdir. Bu amaçlarla gerçekleştirdikleri çalışmada biyoloji öğrenimi gören 40 ve görmeyen 82 öğrenci olmak üzere toplam 122 üniversite öğrencisiyle çalışmışlar ve ön-test son-test deseni kullanmışlardır. Elde edilen bulgular bu çalışmadaki üniversite öğrencilerinin öğretim sonrasında fenotipik bir genetik anlayışından daha genotipik/moleküler bir anlayışa doğru ilerlediklerini göstermiştir. Bu sonuç öğrencilerin artık genlerin modern genetiğin temeli olduğunu anladıklarını göstermesi bakımından önemli görülmüştür.

Osman ve BouJaoude (2016) Lübnanlı öğrencilerin genetikle ilgili anlayışlarını zenginleştirmek için iki aşamadan oluşan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada öncelikle Duncan vd.'nin (2009) öğrenme progresyonunun iki büyük fikri temele alınarak 9. sınıf düzeyinde genetik öğrenme progresyonu temelli bir ünite geliştirilmiş ve bu ünitenin öğrencilerin genetik bilgilerine etkisi incelenmiştir. Çalışma, bir betimsel ve müdahale çalışmasını izleyen tasarım temelli bir yarı-deneyssel desen araştırması olmak üzere iki aşamada gerçekleşmiştir. Betimsel aşamada öğrencilerin genetik konularını kavrama düzeyleri araştırılmış ve var olan genetik öğretim programı değerlendirilmiştir. Müdahale aşaması ise 9. sınıf öğrencileri üzerinde (19 öğrenci deney grubu, 20 öğrenci kontrol grubu) var olan öğretim programına göre öğretim yapılan bir grup

ile genetik öğrenme progresyonu temelli ünitenin uygulandığı bir grup karşılaştırılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak ön ve son testler, sınıf gözlemleri, öğrenci odak grupları, öğretmen anketleri ve görüşmeler kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, tasarlanan genetik ünitesinin uygun ve mantıksal olarak sıralanmış olduğunu ancak öğrencilerin genetikle ilgili kavrayışlarını geliştirmediğini göstermiştir. Araştırmacılar bu duruma sebep olarak Lübnanlı öğrencilerin kavram yanılgılarının dirençliliğini ve uygulama öğretmeninin her iki sınıfta da bazı aktiviteleri aynı şekilde uygulamasını göstermektedirler. Buna göre öğretmen, yeni tasarlanan ünitenin öğrenci ihtiyaçlarına daha uygun olduğunu düşündüğünü belirtmiş ve bu sebeple diğer grupta da uygulama yapmayı tercih etmiştir.

2.5.1.2 Biyoloji dışındaki alanlarda yapılan öğrenme progresyonları çalışmaları

Öğrenme progresyonları, merkezi bir fikrin göreceli olarak uzun bir zaman dilimindeki gelişimini ifade etse de öğrenmedeki ilerlemelerin göreceli olarak daha kısa bir zaman süresince (örneğin bir ünite) meydana geldiğini gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu kısımda bu çok sayıda çalışmanın tümüne yer verilemeyeceğinden fizik, kimya ve astronomi gibi alanlardan konuya temel olabilecek örnekler açıklanmıştır.

Merritt, Krajcik ve Schwartz (2008) yaptıkları çalışmada 6. sınıf öğrencilerinin bağlam içinde kullanılmış ve model temelli bir kimya ünitesi olan maddenin tanecikli yapısı ünitesindeki değişimlerini 8 hafta boyunca izlemişlerdir. Maddenin tanecikli yapısı, özellikler, faz değişimi ve kimyasal reaksiyonları da kapsayan çok sayıda fen olgusunun anlaşılmasının temeli olarak gösterilmektedir. Yapılan çalışmalarda da öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlama sürecinde çok farklı yollar izledikleri belirtilmiştir. Buradan yola çıkılarak makroskopik olguların açıklanmasında 8 haftalık bir öğretim programı boyunca parçacık fikirlerinin kullanılabileceği bir öğrenme progresyonu geliştirmek hedeflenmiştir. Öğrenme progresyonunun geliştirilmesine başlamak için 6. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısına ilişkin anlayışlarının,

bağlamsallaştırılmış ve model temelli bir ünite nasıl değiştiği gözlenmiş ve daha önce yapılmış çalışmalardan faydalanılmıştır. Burada izlenen öğretim programı, IQWST projesi (Investigating and Questioning our World through Science and Technology/ Fen ve Teknoloji Yoluyla Dünyamızı Araştırma ve Sorgulama) kapsamında yer alan “Belli bir uzaklıktan nasıl koku alabilirim?” ünitesine odaklanmıştır. Bu ünite modelleme öğrencilerin öğrenmesi gereken önemli bir bilimsel pratik olarak vurgulanmıştır. Maddenin tanecikli yapısı soyut bir kavram olduğundan ve birçok olguyu açıklamada kullanıldığından bu konu için modelleme uygun görülmüştür. Öğretim programına ek olarak ünitenin hedeflerine gömülü değerlendirmeler tasarlanmış ve öğrencilerin ilerlemesi kritik dönemlerde izlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak 18 çoktan seçmeli ve 3 açık uçlu sorudan oluşan ön ve son testler ve öğrencilerin aktivite kağıtları kullanılmış ve bunlar oluşturulan rubrikler yardımıyla analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı öğrenme progresyonunda 6 düzeye sahip olan bir anlayış gösterdikleri belirlenmiş ve bu yönde bir öğrenme progresyonu tanımlanmıştır. Öğrencilerin ön test ve son testlerin analizlerinde ise ünitenin ön testten son teste, öğrenme kazanımlarını ve modelleme becerilerini artırdığı gözlemlenmiştir.

Alonzo ve Steedle (2009) kuvvet ve hareket konusu ile ilgili öğrenciler ilk formal eğitimlerini alırken bir ünite boyunca nasıl ilerleyeceklerini gözlemek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar kuvvet ve hareket ile ilgili öğrenme progresyonunu tanımlarken her bir seviyede öğrencilerden beklenen düşünceleri hem doğru fikirleri hem de kavram yanlışlarını tanımlayacak bir biçimde oluşturmuşlardır. Kuvvet ve hareket konularında var olan alanyazını incelediklerinde bu konuyu oluşturan fikirlerin genelde ayrı ayrı ele alındığı ancak farklı fikirler arasındaki ilişkilere dikkat çekilmediği görülmüştür. Araştırmacıların geliştirdiği öğrenme progresyonu ise temelde iki yakın ilişkili fikre odaklanmıştır. Bunlardan ilki bir objenin hangi koşullarda hareket ettiği ve ikincisi ise hangi koşullarda durduğu olarak belirlenmiştir. Bu öğrenme progresyonunda çapa noktalar bariz bir şekilde ele alınmamıştır ancak öğrencilerin konuyla ilgili kavrayışları en düşük düzeyden (düzey 1) en yüksek seviyeye (düzey 4) tanımlanmıştır. En düşük düzeyde öğrencilerin kuvveti hareketle ilişkili olsun veya olmasın bir itme veya çekme olarak algıladıkları

tanımlanmıştır. En yüksek düzeyde ise bir objeye uygulanan net kuvvetin oluşan ivme ile orantılı olarak anlaşıldığı tanımlanmıştır. Araştırmacılar kavramsal değişimi belirlemek için sıralı çoktan seçmeli maddeler kullanmışlardır. Araştırma bu yönüyle Briggs vd. (2006) tarafından tanımlanan sıralanmış çoktan seçmeli maddelerin öğrenme progresyonları araştırmalarında kullanılmasına yönelik yapılmış ilk çalışmalardan biridir.

Kennedy ve Wilson (2007) kaldırma kuvveti ile ilgili bir ünite ile bütünleştirilmiş bir öğrenme progresyonu geliştirmişlerdir. Bir öğretim programı ile ilişkili öğrenme aktiviteleri yoluyla artırılması hedeflenen bilgi, beceriler ve diğer yeteneklerin sunulması olarak tanımlanan süreç değişkenlerine odaklanan çalışmada öncelikle bu süreç değişkenleri tanımlanmış ve bu değişkenler, *Fen Öğretimine Temel Yaklaşımından (Foundational Approach to Science Teaching/FAST)* alınan kaldırma kuvveti ile ilgili bir üniteye değerlendirme aktiviteleri ile ilişkilendirilerek kullanılmıştır. Bu ünitenin seçilmesinin nedeni ise ünitenin öğretim yaklaşımında ele aldığı öğrenci gelişimi perspektifi, öğretmenin profesyonel gelişimine yaptığı vurgu ve öğrencilerin bilgiyi uygulamalı aktiviteler yoluyla yapılandırmalarına odaklanan deneysel yaklaşımı olarak belirtilmiştir. Öğrencilerin ünitenin önemli hedeflerine doğru ilerlemesinde iki süreç değişkeni tanımlanmıştır. Bunlardan ilki “Cisimler neden yüzer ve batar?” ile ilgili öğrencilerin kavrayışları ve ikincisi ise öğrencilerin cisimlerin neden yüzdüğü ve battığına ilişkin yaptıkları açıklamaları savunurken kullandıkları akıl yürütmenin gelişimi olarak belirtilmiştir. Bu süreç değişkenleri ile ilgili maddeler tasarlanmış ve 8 öğretmenin 14 ortaokul sınıfında ön test ve son test olarak öğrencilere uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulguların sonuçlarına göre süreç değişkenlerinin öğretim programındaki merkezi hedefleri gösterecek şekilde geliştirilmesi ve bunların gömülü değerlendirme aktivitelerinin tasarlanmasına rehberlik edecek şekilde kullanılması bütünleşmiş bir sınıf değerlendirme sisteminin tasarlanmasında kullanışlı bir yöntem olarak ifade edilmiştir. Bu yaklaşım, ayrıca öğretmenlere de öğrencileri bir sonraki adıma taşıyabilecek önemli kararlarda rehberlik etmiştir.

Plummer ve Krajcik (2010) gökyüzü hareketlerinin yeryüzü temelli bir bakış açısından ele alındığı ve ara düzeylerin tanımlandığı bir öğrenme

progresyonu çerçevesi geliştirmişlerdir. Bu öğrenme progresyonunun tamamı ise Plummer (2012) tarafından bağlantılı zorluklar tanımlanarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Astronominin mantıksal yapısının analizi, astronomi eğitimi ile ilgili araştırma alanyazınının taranması ve öğrenme progresyonları araştırmalarının göz önüne alınması ile araştırmacı, konu ile ilgili temelde altı zorluk bulunduğunu belirtmiştir. Bu zorluklar: öğrenme progresyonunun odağının tanımlanması ve öğrenme progresyonunu tanımlayacak teorik ve deneysel desteğin sağlanması olarak tanımlanan iki boyutta incelenmiştir. Öğrenme progresyonunun odağının belirlenmesinde ortaya çıkan zorluklar da astronomideki büyük fikirlerin tanımlanması, büyük fikirdeki olgu çeşitliliğinin dengelenmesi, hem yeryüzüne dayalı (gözlenebilir olgular) perspektifi hem de heliosentrik modeli (açıklayıcı hareket) göz önüne alma ve diğer öğrenme progresyonları ile ilişki kurma olarak belirtilmiştir. Teorik ve deneysel desteğin sağlanması ile ilgili zorluklar ise var olan alanyazın temelini kullanma ve hipotetik öğrenme progresyonları için deneysel desteğin elde edilmesi olarak açıklanmıştır. Bu zorlukların aşılması için diğer fen alanlarında öğrenme progresyonu geliştirecek araştırmacılara bir takım çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Plummer (2012) tarafından geliştirilen başlangıç öğrenme progresyonunun yapıları Tablo 2.2’de gösterilmektedir.

Tablo 2.2: Günlük Gökyüzü Hareketleri için Yapı Haritası (Plummer, 2012)

Yapı Haritasının Düzeyleri	Dünya Temelli Gözlenen Hareketler	Gözlenen Hareketler İçin Açıklamalar
<i>Bilimsel günlük gökyüzü hareketleri:</i> Bu seviyedeki öğrenciler dünyanın dönüşünü tüm dünya temelli gözlenen döngüleri açıklamada kullanırlar	Öğrenciler güneşin, ayın ve yıldızların günlük görülen hareketini, doğuş ve batışını aynı yönde tanımlayarak verebilirler.	Öğrenciler dünyanın tüm görünen açıklamada hareleri kullanırlar.

<i>Üst sentetik:</i> Öğrenciler dünyanın dönüşünü, güneşin gökyüzünde doğması ve gökyüzünden batmasını açıklamak için kullanırlar. Ancak bu açıklamayı ay ve yıldızlara genişletemezler.	Üst sentetik düzeydeki tüm öğrenciler güneşin görünen hareketi için bilimsel bir tanım yapabilirler. Bu düzey içinde, ay ve yıldızlar için de bilimsel tanım yapabilen öğrenciler de bulunabilir.	Öğrenciler dünyanın hareketini doğru bir şekilde tanımlarlar. Öğrenciler dünyanın dönüşünü sadece güneşin görünen hareketini veya ay ve yıldızların görünen hareketini doğru bir şekilde açıklamak için kullanırlar.
<i>Alt Sentetik:</i> Öğrenciler güneşin durduğuna ve dünyanın döndüğüne inanırlar. Öğrencilerin ay ve yıldızlarla ilgili tanımlarının ve açıklamalarının naif perspektifin hatalarını barındırması olasıdır. Dünyanın esas hareketi ve diğer gökyüzü objelerinin görünen hareket desenleri arasında sınırlı uyum olabilir.	Güneşin, ayın ve yıldızların görünen hareketi doğru bir şekilde tanımlanabilir veya tanımlanamaz.	Güneşi görünen hareketi için açıklamalar daha az gelişmiş (örneğin, dünya günde bir kere güneş etrafında döner) ve daha çok gelişmiş (örneğin, dünyanın dönüşünü diğer hatalı açıklamalara birleştirerek kullanma) fikirler içerir
<i>Naif:</i> Bu düzey çoğu öğrencinin ilköğretime başladığında bulunduğu seviyedir. Bu seviyedeki öğrenciler hareketin (veya hareketsizliğin) dünya temelli desenlerinin, objelerin var olan hareketinden (veya hareketsizliğinden) dolayı oluştuğuna inanır.	Bazı öğrenciler güneş ve ayın görünen hareketinin göreceli olarak doğru tanımlarını verebilirler, bazıları ise sadece bilimsel olmayan tanımlar yapabilir. Çoğu öğrenci yıldızların hareket etmediğine veya gecenin sonunda hareket ettiğine inanır.	Açıklamalar güneş, ay ve yıldızların var olan hareketini kullanır.

Gökyüzü hareketleri ile ilgili bu öğrenme progresyonunun tanımlanmasından sonra Plummer ve Maynard (2012) mevsimlerin oluşumu ile ilgili akıl yürütmeye dayalı bir öğrenme progresyonu, Plummer (2014) süreç değişkeni olarak uzaysal düşünmenin ele alındığı bir astronomi öğrenme progresyonu, Plummer vd. (2015) ise güneş sisteminin oluşumu ile ilgili bir öğrenme progresyonu geliştirmişlerdir.

2.5.2 Modern Genetik ile ilgili Kavram Yanılgıları Çalışmaları

2.5.2.1 K-12 Seviyelerinde Yapılan Çalışmalar

Öğrencilerin anaokulundan lise 12. sınıfa kadar modern genetik ile ilgili sahip olabilecekleri kavram yanılgıları ile ilgili alanyazında çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak bu seviyelerdeki öğrenciler bu doktora tezinin kapsamına

girmediginden bu bölümde yapılan çalışmaların kısaca özetlenmesi ve bu doğrultuda bir bakış açısı sağlanması amaçlanmaktadır.

Öğretim öncesinde öğrenciler genetik materyalin organizasyonu ile ilgili olarak bazı kavram yanlışlarına sahip olabilmektedirler. Öğrenciler tüm canlıların ortak özelliklere sahip olduklarını anlayabilmekte ancak daha çok tepki verme, hareket etme veya büyüme gibi fiziksel özelliklere odaklanmaktadır (NRC, 2007). Bu doğrultuda DNA veya genleri tüm canlı organizmaların ortak bir özelliği şeklinde düşünmemektedirler (Rogat & Duncan, 2010). Buna ek olarak, Venville vd. 'ne (2005) göre 9-15 yaş arasındaki öğrenciler DNA ve gen gibi kavramları medyadan duymuş ve bazı ilişkiler kurmuş olsalar da bunları birbirlerinden bağımsız olarak kavramsallaştırma eğilimindedirler. Burada kurulan bazı ilişkilere bakıldığında öğrenciler genlerin işlevlerini daha çok akrabalık teorisi şeklinde ilişkilendirmekte ve “genler ve DNA benim ebeveynlerime benzememi sağlar” ifadelerini kullanmaktadırlar. Ayrıca öğrenciler DNA'nın eşsiz bir kimlik belirleyici olduğuna inanmaktadırlar (suç mahalli araştırmalarında olduğu gibi). Genetik bilginin geçişi ile ilgili olarak ise öğrencilerin tipik olarak, bebeklerin bir annenin vücudunda büyüdüğünü ve doğduklarını bildiği ve bu durumun kalıtılmış bir akrabalık teorisinin gelişmesine yardımcı olduğu belirtilmektedir. 6- 7 yaşlarındaki çocukların da bazı kalıtılmış karakterleri sosyal olarak belirlenen özelliklerden (konuşulan dil, yemek veya kıyafet tercihi gibi) ayırabildiği görülmektedir. Kalıtım örüntüleri ile ilgili olarak ise öğrencilerden bazıları kardeşlerin daima birbirlerine veya ebeveynlerine benzemeyebileceklerini anlayabilseler de kız çocukların özelliklerini annelerinden, erkek çocukların ise özelliklerini babalarından aldığı gibi kavram yanlışlarına sahip olabilirler (Rogat & Duncan, 2010).

Okul öncesinden 4. sınıfa kadar öğrencilerin genetik bilginin organizasyonu ve lokasyonu ile ilgili sahip olabilecekleri kavram yanlışları incelendiğinde ise gen ve özelliğin aynı şey olduğunu ve bilgisayar, araba veya çizgi film karakterleri gibi cansız varlıkların DNA'ya sahip olduğunu düşündükleri görülmektedir. Öğrencilerin ayrıca bitkilerin (veya bakteri, fungi gibi diğer insan olmayan organizmaların) insanlar gibi DNA'ya sahip olmayacağına inanmaları da başka bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır (Shaw

vd., 2008). Gen fonksiyonu ile ilgili olarak ise bu seviyede öğrencilerde organizmaların görünüşünün gelişiminde genlerin bilgi sağladığını açıklayabilseler de bunu sınırlı sayıda organizma için yapabildikleri, diğer bir deyişle genleri saf olarak bir nesilden diğerine bilgi aktarıcı olarak gördükleri görülmektedir (Venville vd., 2005). Buna ek olarak genlerin bilgi aktarımını nasıl gerçekleştirdiğini de açıklayamamaktadırlar. Mutasyon veya mutant kavramları ile ilgili olarak da öğrenciler popüler medyadan aldıkları bilgiler ile negatif çıktılarını eşleştirip negatif çağrışımlara sahip olabilmektedirler (Duncan & Rogat, 2010).

5. ve 6. sınıf düzeylerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde ise, öğrencilerin genlerin organizmaların hücrelerinin içinde olduğunu açıklayabildikleri ancak bu hücrelerin kan ve beyin hücreleri gibi bazı hücreler olduğunu düşündükleri görülmektedir (Banet & Ayuso, 2000). Gen işlevi ile ilgili olarak bu seviyelerdeki öğrencilerde genlerin aktif parçacıklar olduğunu düşünmeleri şeklinde bir kavram yanılgısı da bulunmaktadır (Lewis & Kattman, 2004). Bunlara ek olarak öğrenciler tipik olarak hücre bölünmesini genetik bilginin geçişi ile değil cinsel birleşme ile ilişkilendirmekte ve sadece hayvanların üreyebildiğini düşünmektedirler (CPRE, 2008). Mutasyonlarla ilgili olarak ise bir önceki seviyede bulunan negatif çağrışımların azalabildiği ve mutasyonların pozitif olabileceğini düşünmeye başlayan öğrenciler olduğu görülmektedir (Duncan & Rogat, 2010).

7. ve 8. sınıf seviyelerinde öğrencilerin genlerin bütün organizmalarda bulunduğunu anladıkları ve genleri kromozomlarla eşleştirebildikleri görülmektedir. Ancak bu seviyede öğrencilerin hücre, atom ve moleküller arasındaki ilişkiyi karıştırabildikleri yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Flores vd., 2003). Buna bağlı olarak ise gen, kromozom, protein ve hücre arasındaki ilişkileri de karıştırdıkları görülmektedir (Lewis vd., 2000; Marbach-Ad vd., 2000; Rogat & Duncan, 2010). Dominant ve resesif özelliklerle ilgili olarak öğrencilerde dominant özelliklerin daha güçlü olduğu ve resesif özelliklere baskın çıktığı, dominant özelliklerin kalıtılmasının daha olası olduğu, dominant özelliklerin daha iyi olduğu ve yabancı veya doğal özellikler dominantken mutantların resesif olduğu ve eril veya maskülen özelliklerin dominant olduğu

gibi inanışlar bulunduğu da olası kavram yanlışları arasında gösterilmektedir (Allchin, 2002).

9-12. sınıflarda ise organizmaların özelliklerini çevresel faktörlerin, genetik faktörlerden daha çok etkilediği (Hackling ve Treagust, 1984; Bizzo, 1994; Banet & Ayuso, 2003), bitkilerin eşeyli üremediği ve mayoz geçirmediği (Lewis vd., 2000c; Wood- Robinson, 1994), zigottaki kalıtım bilgisinin vücut hücreleri tarafından paylaşıldığı ve her bir hücrenin kendi özgün görevini yerine getirmek için gerekli bilgiyi içerdiği (Hackling & Treagust, 1984; Banet & Ayuso, 1995; Lewis vd., 2000b) gibi bilgi alanları genetik bilginin geçişi ile ilgili bu seviyelerdeki öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışları olarak gösterilmektedir. Gen, kromozom, allel, gamet gibi kavramların arasındaki ilişkileri kavrayamama da daha önceki seviyelerde olduğu gibi dirençli kavram yanlışları olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, mutasyonların zararlı/ negatif olduğu görüşü ve mutasyonların çevresel değişimlerde ayakta kalmak için meydana geldiği düşüncesi de devam etmektedir (Cho vd., 1985; Jensen & Finley, 1995).

Saka, Cerrah, Akdeniz ve Ayas (2006) gen, DNA ve kromozom kavramlarının öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığını gözlemek için bir kesitsel çalışma yapmışlardır. Bu amaç için araştırmacılar 8., 9., 11. sınıflardan ve fen ve biyoloji öğretmen adaylarından toplam 175 öğrenci ile çalışmışlardır. Bu öğrencilerden basitçe bir hücredeki gen, DNA ve kromozomun yapısını çizmeleri ve bu kavramlarla ilgili açıklamalar yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin kağıtları yazılı cevapları ve çizimleri açısından analiz edilmiştir. Öğrencilerin verdikleri yazılı cevaplar 7 düzeyde kategorilendirilmiş ve bunlar çizim yok (düzey 1) ve üç çizim de doğru (düzey 7) arasında incelenmiştir. Tüm düzeydeki öğrencilerin incelenen kavramlarla ilgili alternatif kavramlara sahip oldukları bu alternatif kavramların da özellikle gen ve kromozomlarla ilgili olduğu görülmüştür. Ayrıca tüm öğrencilerin gen kavramı ile ilgili işlevsel açıklamalar yaptıkları ancak hiçbirinin yapısal açıklamalar yapmadıkları belirlenmiştir. Elde edilen veriler öğrencilerin geni DNA'dan ayrı bir yapı olarak gördüklerini göstermiştir. Öğrencilerden üç kavramı bir hücrede göstermeleri beklenirken onların üç kavramı da ayrı ayrı çizdikleri görülmüştür. Ek olarak yüksek seviyedeki

öğrencilerin kavramlarla ilgili anlayışlarının yüksek olması beklenmesine karşın öğretmen adaylarının kullandıkları bilimsel terminolojiye rağmen kavramlarla ilgili açık bir anlayışa sahip olmadıkları belirlenmiştir.

2.5.2.2 Üniversite Düzeyinde Yapılan Çalışmalar

Alanyazın tarandığında biyoloji öğretmen adaylarının genetik, kalıtım ve üreme konuları ile ilgili bilgi düzeylerini ve kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik az sayıda çalışma olduğu göze çarpmaktadır. Genetik ve kalıtımla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavramsal anlayışın temeli sayılan hücre bölünmesi ve üreme konuları ile ilgili olarak Dikmenli (2010) ve Kurt, Ekici, Aksu ve Aktaş'ın (2013) çalışmaları incelenmiştir. Her iki çalışma da Türkiye'de biyoloji öğretmenliği okumakta olan öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Dikmenli (2010) öğrencilerin çizimlerini ve bireysel görüşmeleri veri toplama aracı olarak kullanırken, Kurt vd. (2013) kelime ilişkilendirme testi ve çizme yazma tekniğini kullanmışlardır. Çalışmalardan elde edilen verilere göre biyoloji öğretmen adaylarının çoğunlukla;

- hücre döngüsü ve hücre bölünmesi arasında doğru ilişkiler kuramadıkları,
- mitoz ve mayozla ilgili kavramsal ilişkileri kuramadıkları (örneğin haploid-diploid, kardeş kromozom- homolog kromozom, iğ iplikçikleri-kromatin-kromatid-kromozom gibi),
- kromozomların davranışları, kromozom sayıları, hücre bölünmesinin aşamaları ve mitoz/mayozdaki DNA replikasyonu ile ilgili zayıf kavramsal anlayışa sahip oldukları,
- DNA replikasyonunun profaz ve metafaz arasında gerçekleştiği, hücre bölünmesinde bir kromozomun daima iki kromatitten oluştuğu, interfazın mitozun dinlenme fazı olduğu, mayoz-I ve mayoz- II'de kromozom sayısının aynı kaldığı, sentriollerin nükleusta bulunduğu, mitokondri ve kloroplast gibi organellerin hücre bölünmesinde eriyip kaybolduğu, sonradan tekrar oluşturulduğu, iğ iplikçiklerinin kısalıp kalınlaşması ile

kromozomların meydana getirildiği gibi kavram yanılgılarına sahip oldukları,

- Üreme için gerekli yapılar, üreme tipleri, üremenin tanımı ve önemi konusunda yetersiz bilgi sahibi oldukları ve belirsiz açıklamalarda buldukları belirtilmektedir.

Çakır ve Crawford (2001) biyoloji öğretmen adaylarının genetik kavramlarını nasıl anladıklarına ilişkin yaptıkları çalışmada kavram haritası tekniğini kullanarak kavram yanılgılarını tespit etmeye çalışmışlardır. 6 biyoloji öğretmen adayının kavram haritalarını analiz ederek öğretmen adaylarının kavramsal bağlantıları kurmakta zorlandıklarını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, biyoloji öğretmen adaylarının ilişkilerin farkında olduğunu ancak ilişkinin doğasını tanımlamakta zorlandıklarını, hiyerarşik sıralamayı yapamadıklarını, çekirdek bölünmesinin hiçbir kavram haritasında bulunmadığını ve dolayısıyla mayozun doğasını anlamadıklarını, gamet-zigot, gen-allel, mayoz-gamet, allel-özellik gibi merkezi kavramları ilişkilendiremediklerini belirlemişlerdir.

Çakır ve Aldemir (2011) yaptıkları çalışmada iki aşamalı bir genetik kavramlar tanı testi geliştirerek bu testten elde edilen sonuçların geçerliliğini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu amaçla hem biyoloji öğretmen adaylarından hem de biyoloji bölümünde okuyan üniversite öğrencilerinden veri toplanan bu çalışmada geliştirilen 12 maddelik testle ilgili yapılan analizde öğrencilerin en çok fenotip, fenotip oranı, mayoz ve gametlerde ayrılmama, mono ve dihibrit çaprazlamalar ve test çaprazı, crossing-over, bağlı gen, atasal-rekombinant bireylerle ilgili olan 3 soruda zorlandıkları ve çoğunlukla yanlış cevapladıkları görülmüştür. Buna karşın öğrencilerin gamet sayısı ve mayoz bölünme, genotip, genotip oranı, mayoz ve gametlere ayrılma ve DNA replikasyonu ile ilgili olan iki soruda zorlanmadıkları ve çoğunlukla doğru cevapladıkları görülmüştür. Sonuç olarak geliştirilen testin üniversite öğrencilerinin kavramsal genetik bilgilerini ortaya çıkarmada güvenilir ve geçerli bir ölçme aracı olduğu gösterilmiştir.

Karagöz ve Çakır (2011) biyoloji öğretmen adaylarının genetik problemleri çözerken yaşadıkları kavramsal ve yöntemsel zorlukları araştırdıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Durum çalışması kullanılarak 70 öğretmen adayı üzerinde yürüttükleri çalışmada veri toplama aracı olarak genetik kavramlar testi

ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yolu ile veriler toplanmıştır. Elde edilen sonuçlar biyoloji öğretmen adaylarının Mendel genetiğine yönelik eksik kavrayışları ve kavram yanılgıları olduğu görülmüştür. Öğretmen adayları için en problemli kavramın “allel” olduğu, bağlı genler, crossing-over, fenotip/genotip oranı ve kalıtım modeli geliştirmede kavramsal anlayışlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak öğretmen adaylarının genetik problemlerini çözmeye ihtiyaç duyulan olasılıksal düşünme ve farklı senaryoları sorgulama konularında yetersiz oldukları görülmüştür.

Kampourakis, Silveira ve Strasser (2016) öğrencilerin biyolojik özelliklerin kökenini, evrimsel ve gelişimsel süreçlerin sonucu değil, ihtiyaçların veya amaçların ve / veya genlerin direkt ürünü olarak açıklamaya eğilimli olduğunu ileri süren araştırmaları temele alarak bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar öğrencilerin bilimsel açıklamalar yapabilmeleri için etkilerin meydana gelmesini sağlayan nedenler ve bu etkilerin, biyolojik özelliklerin kökeni ile ilgili evrimsel ve gelişimsel açıklamalar üretilirken hangi süreçlerde kullanıldığını ayırt etmenin önemini vurgulamışlardır. Buna göre bu ayrımlar genellikle ders kitaplarında ve müfredatlarda yapılmamakta ve biyoloji öğretmenlerinin kendilerinin biyolojik özelliklerin kökenlerini nasıl açıkladıkları belirsiz kalmaktadır. Bu belirsizliği gidermek için düzenlenen bu çalışmada, 19 biyoloji öğretmen adayının biyolojik özelliklerin kökeni için yaptıkları açıklamaların analizinin sonuçlarını sunulmuştur. Sonuçlar, biyoloji öğretmen adaylarının evrimsel açıklamalarında genellikle nedenlere ve süreçlere atıfta bulduklarını, ancak bunu gelişimsel açıklamalarında her zaman yapmadıklarını göstermiştir. Çalışmada, gelecekteki biyoloji öğretmenlerinin, öğrencilerin bu tür açıklamalar yapmalarını etkin biçimde öğretmeleri için biyolojik özelliklerin kökeni için yapılan açıklamaların yapısını anlamaları önerilmiştir.

Etobro ve Banjoko (2017) biyoloji öğretmen adaylarının genetik konularıyla ilgili sahip oldukları yaygın kavram yanılgılarını ve bu kavram yanılgılarının kaynaklarını araştırmak amacıyla Nijerya’da bulunan bir Eğitim Fakültesi’nde öğrenim gören toplam 120 biyoloji öğretmeni ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli bir Genetik Kavram Testi ve Öğretmen Adayı Genetik Kavram Yanılgısı Kontrol

Listesi kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular biyoloji öğretmen adaylarının, hücre bölünmesi, kromozom, DNA, gen ve Mendel Genetiği olmak üzere beş temel alanda kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının kaynağı olarak ise genetik ders kitapları, öğretim üyelerinin kullandıkları öğretim yöntemleri, öğretmen adaylarının kültürel inançları ve uygulamaları, öğretim üyelerinin İngilizce dil becerileri, laboratuvar derslerinin doğası ve genetiğin soyutluğu gösterilmiştir.

Baker ve Lawson (2001) genetiğe giriş dersinde kullanılan karmaşık öğretimsel analogilerin kavram edinimindeki rolünü bir müdahale programı ile incelemişlerdir. Bu amaç doğrultusunda tasarlanan çalışma Genel Genetik dersini alan ve biyoloji bölümünde öğrenim gören 61 üniversite öğrencisi (2.sınıf -5 öğrenci, 3.sınıf-21 öğrenci, 4.sınıf-32 öğrenci, lisansüstü-3 öğrenci) ile gerçekleştirilmiştir. 15 haftalık dönem boyunca öğrenciler deney ve kontrol grubu olmak üzere iki kısma ayrılmış ve deney grubu derste karmaşık analogilerle karşılaşırken kontrol grubunda bu analogiler kullanılmamıştır. Öğrencilere Bilimsel Akıl Yürütme Testi ve Genetik Ön Bilgi Testi ön test olarak uygulanırken, her uygulama sonrasında yapılan 8 quiz ve Öğrenci Tutum Ölçeği son test olarak uygulanmıştır. Müdahale programında kullanılan 8 karmaşık analoginin (olasılık, kalıtım, mitoz ve mayoz, kromozom anomalileri, kromozom haritalama, DNA replikasyonu, gen ifadesi ve laktoz operonu) her birinde hedef kavramlar tanımlanmış ve her biri için bir öğretim süresi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ise bu analogilerin teorik genetik kavram edinimini kolaylaştırdığı görülmüştür.

Burhansstipanov, Bemis, Dignan ve Dukepoo (2001) tarafından yapılan çalışmanın amacı Amerikan yerlisi üniversite öğrencilerinin genetik ve genetik araştırmalar ile ilgili bilimsel ve kültürel bilgi dengesinin sağlanması ve bu yönde karar verme süreçlerinin desteklenmesi için yapılmış bir proje olan GENA (Genetic Education for Native Americans/ Amerikan Yerlileri için Genetik Eğitimi) projesine bir çalıştay ünitesi tasarlanmasıdır. Amerikan Yerlisi öğrencileri tarafından GENA'nın nasıl karşılanacağına ve farklı öğretim yöntemlerinin belirlenmesine ilişkin araştırma odak grup tekniği kullanılarak yapılmıştır. Odak grup görüşmelerine ek olarak var olan genetik öğretim programı

gözden geçirilmiş ve anahtar kavramların, öğretim yöntemlerinin ve Amerikan Yerlileri için tartışmalı veya hassas olabilecek noktaların tespit edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmalardan sonra tasarlanan üniteye yedi konuya yer verilmesi planlanmıştır. Bu konular (1) Genetik: Çevre, Yaşam Stili Tercihleri ve Sağlık, (2) Genetik ve Kronik Hastalıklar: Aralarında bir bağlantı var mı? (Diyabet, alkolizm ve kalp hastalıklarına odaklanmaktadır), (3) Genler Nedir? (4) Kromozomlar Nedir? (5) Doğum Kusurlarına Ne Neden Olur? (6) Akrabalık Sistemi ve Evlilik ve (7) Yaşam Tercihleri ve Gelecek olarak belirlenmiştir. Tasarlanan bu ünite 24 hedeften oluşan 16 saatlik bir ders veya çalıştay olarak planlanmıştır. Çalışma, kültürel bir bağlamda bir ünitenin tasarlanması açısından özgünlük taşımakta ve alanla ilgili yapılacak program geliştirme çalışmalarına örnek teşkil etmektedir.

2.5.2.3 Öğrencilerin Genetik Kavrayışlarını Değerlendirmek için Geliştirilmiş Ölçme Araçları

Bu bölümde alanyazında öğrencilerin genetik kavrayışlarını değerlendirmek için geliştirilen ölçme araçlarına yer verilmiştir. Bu ölçme araçlarının bazılarında ilgili makaleler veya tezler yoluyla ulaşılmış ve bazıları da yazarlardan e-posta yolu ile inceleme izni istenerek elde edilmiştir. Bu araçların incelenmesi, bu çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik alan bilgilerinin öğrenme progresyonu temelli olarak değerlendirilmesi için uygun olabilecek ölçme aracını Türkiye bağlamında uyarlama veya alanyazına dayalı olarak yeni bir araç geliştirme noktasında karar vermede rehberlik etmiştir. Tablo 2.3 incelenen ölçme araçlarının özelliklerini ve hedef popülasyonlarını göstermektedir.

Tablo 2.3: Öğrencilerin genetik kavrayışlarını değerlendirmek için geliştirilmiş güncel ölçme araçları

Ölçme Aracı	Hedef popülasyon
Genetik İkilemlerde Argümantasyon Yazılı Testi (Zohar & Nemet, 2002)	9.sınıf

Temel Genetik Kavramlar Testi (Sadler, 2003; Sadler & Zeidler, 2005)	Lisans
Genetik Kavram Envanteri (Elrod, 2007)	Lisans
Genetik Okuryazarlığı Değerlendirmesi (Bowling vd., 2008)	Lisans
Genetik Kavram Değerlendirmesi (Smirh vd., 2008)	Lisans
Genetik Tanılama Enstrmanı (Tsui & Treagust, 2010)	10. ve 12. sınıflar
Biyoloji Kavram Envanteri (Klymkowsky vd., 2010)	Lisans
Moleküler Biyoloji Capstone Değerlendirmesi (Couch vd., 2015)	Lisans
Öğrenme Progresyonu Temelli Modern Genetik Değerlendirmesi (Versiyon 2) (Todd & Romine,2016)	Lisans

2.5.3 Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) ile ilgili Çalışmalar

Pedagojik Alan Bilgisi ile ilgili alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle biyoloji eğitiminde pedagojik alan bilgisini incelemede öğretmen adayları üzerinde yapılan çalışmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Araştırmalarda varılan sonuçlarda genellikle hem öğretmen adaylarının hem de hizmet içi öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerinin deneyimle birlikte geliştiği ancak çoğunlukla yetersiz olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının çoğunlukla alan bilgisi yönünden çok fazla sıkıntı yaşamadıkları ancak öğrencilerinin öğrenme zorlukları ve bu zorluklarla baş etme yolları açısından eksik oldukları görülmüştür. Bu sonuç Magnusson, Krajcik ve Borko'nun (1999) bulguları ile tutarlıdır. Ayrıca, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının alan bilgisinin çoğunlukla yeterli olması ancak pedagojik alan bilgilerinin buna paralel bir şekilde gelişmiş olmaması, konu alanı bilgisinin PAB için bir ön yeterlilik olduğu ancak PAB' nin gelişimi için yeterli olmadığını göstermektedir.

Biyoloji eğitiminde pedagojik alan bilgisini incelemede tek bir yöntemden ziyade çoğunlukla karma yöntemin kullanıldığı özellikle görüşmeler, gözlemler, günlükler, ders planları, kavram haritaları, CoRes gibi nitel olarak analiz edilen araçlar ve anketler, başarı testleri gibi nicel olarak analiz edilen araçlar kullanıldığı göze çarpmaktadır. Bazı araştırmacılar görüşmelerin PAB'ni incelemede en etkili

araç olduğunu savunurken bazıları ise öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin kendi PAB'lerini dile getirmede zorluk yaşayabileceklerini belirtmektedirler.

PAB disiplini ve özellikle de konuya özgü bir yapı olduğundan incelenen çalışmalarda çeşitli özgün biyoloji kavramlarının ele alındığı görülmektedir. Bu kavramlardan en çok evrim ve bilimin doğası, kalıtım ve genetik, fotosentez ve solunum konuları ile ilgili çalışmaların fazla olduğu göze çarpmaktadır. Biyolojide tartışmalı konular olarak belirtilen (Bill, 2010) evrim, genetik gibi konulara özgü PAB'ini incelemeye kullanılan çalışmaların fazla olması PAB'nin konuya, öğretmenin bilgi ve inançlarına, öğrenci karakteristiklerine ve öğrenme ortamına bağlı bir değişken olduğunu göstermektedir.

İncelenen çalışmalarda PAB'nin gelişiminin nasıl yorumlandığı ile ilgili bulgular incelendiğinde, PAB'nin bileşenleri olan öğrencilerin zorluk yaşadığı alanların bilgisi, öğretim programı bilgisinin, öğretim stratejilerinin bilgisi ve ölçme ve değerlendirme bilgisinin deneyimle gelişen bir yapısı olduğu görülmektedir. Ayrıca PAB'nin gelişiminde en önemli gerekliliğin alan bilgisi gibi görünmesine karşın öğrenciyi anlamalarına ilişkin bilgi ve öğretim stratejilerinin bilgisi gibi diğer bileşenlerin de birbiri ile uyumlu ve ayrı ayrı güçlü olmasının önemi vurgulanmaktadır. Bu kısımda incelenen çalışmalar aşağıdaki bölümde detaylıca ele alınmaktadır.

Penso'nun (2002) biyoloji öğretmen adaylarının okuldaki deneyimleri süresince pedagojik alan bilgilerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmanın odağını öğretmen adaylarının öğrencilerin öğrenme zorluklarını belirleme ve kendi varsayımlarını nitelendirme yeteneklerinin değerlendirilmesi oluşturmaktadır. Bu amaçla, 40 öğretmen adayı, kılavuz öğretmenlerini gözlemleme süreci ve kendi öğretim deneyimi süreçleri boyunca günlük tutmuşlardır. Bu günlüklerden elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının nasıl ve ne kadar sıklıkla öğrenci zorluklarını belirttiği, öğretmen adaylarının öğrenme zorluklarının olası kaynakları hakkındaki düşünceleri ve bu kaynaklardan hangisinin en sıklıkla belirtildiği konusunda araştırma yapmaya katkı sağlamıştır. Araştırmada öğretmen adayları tarafından belirtilen zorluklar, genel, spesifik ve güçlük yok şeklinde üç kategoriye ayrılmıştır. Zorlukların kaynakları ise vurgulanma sırası ile; öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özellikleri, ders içeriğinin özellikleri, öğretme

aktivitesinin özellikleri ve dersin özellikleri olmak üzere dört kategoriye ayrılmıştır. Öğretmen adaylarından kılavuz öğretmenin dersinde oldukça fazla öğrenme güçlüğü bulanların kendi derslerinde çok az sayıda bulduğu görülmüştür. Çalışmada bu durumun deneyim eksikliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Veal ve Kubasko (2003) fen bilgisinin farklı alanlarındaki konular benzer olmasına rağmen biyoloji ve jeoloji öğretmenlerinin evrim öğretimi konusu ile ilgili yaklaşımlarının neden farklı olduğunu araştırmışlardır. Araştırmada PAB bileşenlerinden alan bilgisi, öğretimsel stratejiler, öğrencilerin bilgisi ve öğretim programı bilgisi araştırılmıştır. Bu amaçla araştırma, 12 öğretmen adayı ve görev yapan öğretmen ile durum çalışması yöntemi ile gerçekleştirilerek Evrim öğretim programının uygulanması ve konuya özgü öğretiminde PAB taksonomisinin uygulanabilirliğine bilim felsefesi ve sosyokültürel teorinin fikirlerini kullanarak yanıt aramıştır. Araştırmada veri toplama araçları olarak sınıf içi gözlemler, yarı yapılandırılmış görüşmeler, yapılandırılmamış informal görüşmeler, sınavlar ve günlükler kullanılmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının konu anlatımlarında daha çok geleneksel yöntemden faydalandıkları, hizmet eden öğretmenlerin ise fikirleri paylaşma ve tartışma yoluna gittiği görülmüştür. Benzer şekilde jeoloji öğretmen adaylarının da biyoloji öğretmen adayları gibi didaktik bir yöntem benimsedikleri ancak konu alanı bilgisi olarak biyoloji öğretmen adaylarından daha zengin bir alt yapıya sahip oldukları belirlenmiştir. Deneyimli jeoloji öğretmenleri ise evrim öğretimine daha çok deneysel bir yaklaşımla yaklaşmıştır. Öğretmenler uyguladıkları aktiviteler, sınıf içinde kullandıkları kavramlar açısından da farklılık göstermiştir. Örneğin biyoloji öğretmenleri daha çok DNA, doğal seleksiyon, mikroevrim, makroevrim, adaptasyon gibi terimleri kullanırken jeoloji öğretmenlerinin metamorfizm, fosil kayıtları, paleoclimatik olay, erozyon ve dinazorlar gibi kavramları kullandıkları dikkati çekmiştir.

Friedrichsen ve Dana (2005), çok saygın dört biyoloji öğretmenin fen öğretme yönelimlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada veri toplama araçları olarak görüşmeler, kart düzenleme görevi ve sınıf içi gözlemler kullanılmıştır. Yerleşik Teori çerçevesi kullanılan çalışmada tümevarımsal bir analiz yapılarak temel düzeyde bir teori yapılandırılmıştır. Katılımcıların fen

öğretme yönelimleri incelendiğinde, genel anlamı ile okula, duyuşsal alana ve konu alanına ilişkin amaçlar içerdiği görülmüştür. Öğretme yönelimlerinin kaynaklarına bakıldığında ise katılımcıların sınıf içi bağlamdan ve öğrenenler ve öğrenmeye yönelik inançlardan oldukça etkilendikleri görülmüştür. Buna ek olarak ise daha önceki iş deneyimleri, profesyonel gelişim ve zaman kısıtlamaları gösterilmiştir.

Uşak (2005) fen bilgisi öğretmen adaylarının çiçekli bitkiler ile ilgili alan bilgilerini ve pedagojik alan bilgilerini araştırdığı doktora tez çalışmasında dört öğretmen adayı ile nitel bir durum çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak ders anlatım video kaydı, kavram haritaları, ders planları, kelime ilişkilendirme testleri, yazılı dokümanlar ve görüşmeler kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının çiçekli bitkiler konusunda bazı yanlış kavramalara ve görsel soruların cevaplanması ile ilgili bazı problemlere sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca adayların konu alanı bilgileri ile pedagojik alan bilgileri arasında bir ilişki görülmemiştir. Pedagojik alan bilgisinin incelenen boyutlarından olan öğrenci bilgisi, öğretim programı bilgisi ve değerlendirme bilgisinin her öğretmen adayı için farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Weld ve Funk (2005) tarafından yapılan çalışmada, sorgulayıcı bir biyoloji alan kursunun ortaokul öğretmenlerinin fen öğretme niyetlerine etkisi araştırılmıştır. Çeşitleme deseninin kullanıldığı çalışmada veri toplama araçları şunlardır: niyetler anketi (n=61), alt örneklem yapılandırılmış görüşmeleri (6) ve informal gözlem. Kullanılan anket, biyoloji konu alanı bilgisindeki değişime yönelik öz-algıları, biyoloji öğretim programındaki yeterliliklerine yönelik öz-algıları, biyoloji eğitimi pedagojik becerilerindeki değişime yönelik öz algıları ve bir biyoloji öğretmeni olarak etkililiklerine yönelik öz algıları olmak üzere 4 kategori ve 30 maddeden oluşmaktadır. Görüşme ve gözlemlerde de bu kategorilere odaklanılmıştır. Ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında tasarlanan biyoloji alan kursunun öğretmen adaylarının biyoloji öğretmeye olan niyetlerine olumlu katkıda bulunduğu görülmüştür.

Abd-El-Khalick (2006) çalışmasında biyoloji öğretmen adayları ile deneyimli biyoloji öğretmenlerinin global ve spesifik konu alanı yapılarını

karşılaştırmayı amaçlamıştır. Global konu alanı yapısı öğretmenlerin kendi disiplinlerine ilişkin kavramlarını organize etmelerini incelerken, spesifik konu alanı yapıları bu disiplinlerdeki özgün konulara ait kavramalarını organize etmelerini incelemektedir. Araştırmada iki biyoloji öğretmen aday ve iki deneyimli biyoloji öğretmeni yer almıştır. Katılımcılara iki açık uçlu soru sorulmuş, ayrıca biyoloji ve fotosentez ile ilgili kavramalarını ölçmek için bireysel olarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların global konu alanı yapılarının oldukça iyi entegre ve tematik olarak organize olmuş olduğu görülürken, spesifik konu alanı yapılarının öğretmen adaylarında daha detaylı bir şekilde vurgulandığı ve öğretmenlerde fotosentez sürecinin daha büyük biyolojik süreçlerin ve sistemlerin parçası olarak benimsendiği belirlenmiştir. Çalışmada deneyimin öğretmenlerin pedagojik alan bilgisini geliştirmedeki rolü vurgulanmıştır.

Zion, Cohen ve Amir (2007) İsrailde liselerde uygulanan bir program olan Biomind programını uygulayan öğretmenlerin öğretim süreçleri boyunca vurguladıkları dinamik sorgulama ilkelerini ve bu açık dinamik sorgulamayı uygulamada karşılaştıkları güçlükleri ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Çalışmaya, Biomind programını uygulayan farklı okullardan 10 öğretmen katılmıştır. İki akademik yıl boyunca veri toplanan çalışmada görüşmeler birincil veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ayrıca, öğretmenlerin düzeltmelerini içeren öğrencilerin hazırladığı araştırma belgeleri, Biomind portfolyoları, kapalı uçlu sorulardan oluşan ve araştırmanın sonuna doğru öğretmenlere uygulanan bir anket gibi çeşitli veri toplama araçları da kullanılmıştır. Öğretmenlerin sorgulama türlerinin yapılanmıştan açığa doğru çeşitli düzeylerde olduğu görülmüştür. Ayrıca öğretmenlerin açık dinamik sorgulamayı uygulamada birçok zorlukla karşılaştığı görülmüştür. Bunlar: öğretmenlerin bilimsel bilgi eksikliği, öğrencilerin bilimsel bilgi ve beceri eksikliği ve kısıtlayıcı zaman dilimidir.

Falk, Brill ve Yarden (2008) çalışmalarında biyoteknoloji konusunda Uyarlanmış Ana Literatür (Adapted Primary Litarature/APL) temelli bir eğitim veren dört lise biyoloji öğretmenin PAB'sine odaklanmıştır. APL, özgün olarak araştırma makalelerinin biyoloji öğretiminde kullanılmasına imkan veren bir eğitim türüdür. Çeşitleme deseninin kullanıldığı çalışmada, öğretmenlerin

öğretim süresindeki inançları, hedefleri, öğretimsel stratejileri ve öğrenci çıktıklarına yönelik öğretmen görüşmeleri, bu öğretmenlerin öğrencilerinin de katılımıyla gerçekleştirilen ve öğretmen görüşmeleri ile aynı konulara odaklanan grup görüşmeleri ve sınıfta ders anlatımlarından elde edilen gözlemler veri toplama araçlarıdır. Sonuç olarak, uyarlanmış makalelerin uygulanmasına yönelik öğretim stratejilerinin bilişsel ve duyuşsal katılımı, aktif öğrenmeyle, sorgulayıcı düşünmeyle ve bilimin doğasını anlama ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Gimenez, Ruiz ve Listana (2008) çalışmalarında sınıf öğretmenlerinin ve ortaöğretim fizik, kimya, biyoloji-jeoloji ve coğrafya-tarih öğretmenlerinin kalıtım kavramına ve bu kavramının öğretime ve öğrenilmesine ilişkin kavrayışlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada bir araştırmacı olarak öğretmen modeli teorik referans olarak alınmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak 12 sorudan oluşan bir anket kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde öğretmenlerin deneyimleri ile kavrayışları arasında oldukça kuvvetli bir bağ olduğu, öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerinin oldukça homojen olduğu ancak sadece alan bilgisi ele alındığında oldukça heterojen bir durumun ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Beyer, Delgado, Davis ve Krajeck (2009) tarafından yapılan çalışma doğal seleksiyon ve evrim ile ekoloji ve çevre konularında yoğunlaşmakta ve 8 adet lise biyoloji kitabının materyal analizini içermektedir. Çalışmada bu kitapları değerlendirebilmek için 3 ana alana, 9 kategoriye ayrılmış toplam 25 adet değerlendirme ölçütü kullanılmıştır. Bu üç ana alan şunları içermektedir: öğretmen konu alanı bilgisi, fen alanlarında pedagojik alan bilgisi ve bilimsel araştırmaya yönelik pedagojik alan bilgisi. İncelenen materyallerin öğretmenlerin konu alanı bilgisini ve öğrencilerin (kavram yanılgısı gibi) düşüncelerine yönelik pedagojik alan bilgilerini destekler nitelikte olduğu ancak bilimsel araştırmaya yönelik pedagojik alan bilgisini nadiren desteklediği görülmüştür. Ayrıca, ders kitaplarının birkaç uygulama için rehberlik ettiği ancak eğitimsel öğretim programı materyallerinin önemli bir bileşeni olan öğretimsel kararları vermek için az sayıda dayanak içerdiği görülmüştür. Sonuç olarak çalışmada incelenen materyallerin, ilgi derecesi, pedagojik yardımcılık ve derinlik açısından sağladığı desteğin kalitesinin oldukça farklılık gösterdiği anlaşılmıştır.

Brown ve Schwartz 'ın (2009) çalışması bir üniversitede, ilköğretim öğretmen adayları için tasarlanan 9 haftalık bir biyoloji alan dersinde, 18 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada spesifik olarak fotosentez ve solunum süreçleri ile bu süreçler arasındaki ilişkinin ele alındığı üç saatlik teorik ders ve bir laboratuvar aktivitesi incelenmiştir. Karma metodun çeşitleme deseninin kullanıldığı araştırmada veri toplama aracı olarak sınıf içi materyaller (metinler ve ders notları), sınıf içi gözlemler ve öğretim üyesi ile yapılan görüşmeler kullanılmıştır. Katılımcıların fotosentez ve solunum süreçleri arasındaki bağlantıya dair yetersiz açıklamalara sahip oldukları ve çeşitli ekolojik düzeyleri etkileyen bu süreçlere dair anlayışlarının sınırlı olduğu görülmüştür. Katılımcıların bitkilerde var olan fonksiyonları çoğunlukla analog insan fonksiyonları ile karşılaştırdığı ve bitkileri sosyal kullanımdan dolayı insanlara bağımlı görme eğiliminde oldukları bulgusuna ulaşılmıştır.

Cohen ve Yarden (2009) tarafından ortaokul fen ve teknoloji öğretmenlerinin Hücre konusuna ve hücredeki makro- mikro ilişkilerin oluşturulmasına ait Pedagojik Alan Bilgilerini belirlemek amacı ile düzenlenen çalışmanın örneklemini üç odak grup (n=59) ve "Hücreyi Boylamsal Öğretmek" adlı bir workshop (n=12) grubu oluşturmaktadır. Bunun dışında 6 deneyimli (ortalama 20 yıl) öğretmen ile de görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada Magnusson et. al. (1999) tarafından öne sürülen 5 PAB bileşeni ele alınmıştır. Bu bileşenler: (1) hücre konusunu öğretmeye yönelik yönelimler, (2) hücre konusu öğretim programına ilişkin bilgi ve inançlar, (3) öğrencilerin hücre konusunu anlamaları ile ilgili bilgi ve inançlar, (4) hücre konusunu değerlendirmeye ile ilgili bilgi ve inançlar ve (5) hücre konusuna ilişkin öğretimsel stratejiler ile ilgili bilgi ve inançlardır. Araştırmada çeşitli PAB bileşenlerini yordamak için altı tür veri toplanmıştır. Bunlar; (a) biyolojik olgulara ilişkin otantik öğrenci açıklamalarının öğretmenler tarafından puanlanması, (b) öğretmenlerin hücre konusunu öğretimleri ile ilgili fikirlerini, kendi uygulamalarındaki gerekçeleri ve fikirlerini etkileyen bileşenleri yordamaya yönelik olarak gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler, (c) hücre öğretim programına yönelik bilgi ve inançlarını değerlendirmeye yönelik olarak gösterilen ve hücre konusunun boylamsal olarak öğretilmesini temsil eden resimler gösterilerek, kendi anlayışlarını en iyi temsil eden resmi seçmeleri veya yeni bir resim sunmaları

istenmesi, (d) öğretmenlerin workshop çalışmasından beklentilerini ve hücre konusunu öğrenme materyallerine aşinalıkları ile ilgili anket ve (e) öğretmenlerin daha önce görmedikleri sınav sorularını 6, 7, ve 8. sınıflara yönelik olarak sınıflandırılmalarının istenmesi. Yapılan uygulamalar sonucunda öğretmenlerin hücre konusunu öğretme ve öğrenmeyi oldukça önemli görmelerine karşın kendi öğretme yollarını yüzeysel olarak değiştirdikleri, herhangi bir derin değişime yönelmedikleri görülmüştür. Ayrıca, öğretmenlerin hücresel açıklamalarına bakıldığında biyolojik olguları makro düzeyde entegre etmeye yönelik bir PAB kapasitelerinin olmadığı belirlenmiştir. Bu durum da öğrencilerin biyolojiyi öğrenirken uzun süreli ve kullanışlı öğrenme deneyimlerine sahip olmalarını engelleyen bir faktör olarak göze çarpmaktadır.

Friedrichsen ve ark. (2009) biyoloji öğretmenliği yapabilmek için düzenlenen alternatif bir sertifika programına katılan öğrencilerden öğretmenlik için ön bilgisi olanların ve olmayanların karşılaştırılmasını amaçlamışlardır. Araştırmaya katılan dört katılımcının ikisi 2 yıl biyoloji öğretme deneyimine sahipken diğer iki katılımcı herhangi bir deneyime sahip değildir. Çalışmada katılımcılardan kalıtılabilir varyasyon kavramını öğretmek için ders planı hazırlamaları istenmiş ve bu ders planı ile takip eden görüşmeler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. İki grupta da didaktik öğretme yönelimi olduğundan ve benzer ders planları hazırladıklarından önceki öğretme deneyimlerinin çok az bir farklılık yarattığı sonucuna varılmıştır. Her iki grupta da genel pedagojik bilgi yeterli iken kalıtılabilir varyasyon konusunda oldukça az bir pedagojik alan bilgisine sahip oldukları görülmüştür. Ön öğretme deneyimlerinin en fazla pedagojik bilgi bileşenlerinin entegrasyonunda fayda sağladığı belirlenmiştir.

Käpylä, Heikkinen ve Asunta (2009) çalışmalarında alan bilgisinin miktarının ve kalitesinin pedagojik alan bilgisine etkisini ve öğretme yönelimlerini araştırmışlar, fotosentez ve bitki gelişmesi konularını örnek olarak ele almışlardır. Araştırmanın örneklemini 10 sınıf öğretmeni aday ve 10 ortaöğretim biyoloji öğretmeni aday oluşturmuştur. Bu iki grubun alan bilgisi miktarı açısından farklılık gösterdikleri belirtilmektedir. Çalışmada veri toplama aracı olarak ders hazırlama görevi ve görüşmeler kullanılmıştır. Sonuç olarak, ilköğretim öğretmeni adaylarının öğrencilerin kavramsal zorluklarının farkında

olmadıkları ve en önemli içeriği belirlemede zorluk yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca, iki grubun da uygun deneyler ve gösterimlere ilişkin bilgisinin yetersiz olduğu ve iyi bir alan bilgisine sahip olmanın öğretmen adaylarının PAB'lerini olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır. Çünkü içeriğin zayıf olduğu bir kişinin kendi kavram yanılgıları sebebiyle öğrencilerin kavram yanılgılarının farkında olması oldukça zordur. Öğretmen adaylarının öğretim yönelimlerine bakıldığında ise yapılandırmacı ve kavramsal yönelimlerin bir kombinasyonu şeklinde olduğu ancak yapılandırmacı yönelimin az da olsa baskın olduğu görülmüştür. Biyoloji öğretmen adaylarının kavramsaldan yapılandırmacı yönetime geçişte oldukları, sınıf öğretmeni adaylarının ise daha zayıf alan bilgilerinden ötürü öğrenci merkezli bir yaklaşıma yöneldikleri belirlenmiştir.

Kılınç ve Salman (2009) biyoloji eğitiminde 1998 yılında yapılandırılan ve 2007 yılına kadar uygulamada kalmış olan programı alan ve öğretmenlik bilgisi yönünden incelemişlerdir. Bu amaçla 22 öğretmen adayına alan bilgisi derslerinin tamamlandığı 3,5 yılın sonunda 30 soruluk bir biyoloji alan bilgisi testi ve 30 sorudan oluşan öğretmenlik bilgisi başarı testi uygulanmıştır. Daha sonra aynı öğrenciler öğretmenlik formasyon derslerini aldıktan sonra bu iki test son test olarak yeniden uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının alan bilgisi başarı puanları ile öğretmenlik bilgisi başarı puanları arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı, ancak 5. yılın sonunda hem alan bilgisi hem de öğretmenlik bilgisi yönünden bir artışın gerçekleştiği görülmüştür. Ancak bu artışın %50 civarında olması 1998-2007 yılları arasında uygulanan biyoloji öğretmeni yetiştirme programının önemli eksiklikleri olduğu sonucunu doğurmuştur.

Nehm, Kim ve Sheppard (2009) biyoloji ve biyoloji dışındaki alanlara yönelik bir sertifika programına katılmış olan ve ortalama iki yıl deneyime sahip öğretmenlerin evrim ve bilimin doğası konularına ilişkin bilgilerini, okullarda yaradılışçı teorinin öğretimine yönelik tercihlerini, bilgi ve inanç değişkenleri arasındaki ilişkileri ve bilgi ve inançlarını karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada spesifik olarak öğretmenlerin bilimsel ve dini inançlarını belirlemek için yazılı olarak yanıtlayabilecekleri bir envanter kullanılmıştır. Bu envanterin 8 bölümü vardır. Bunlar; bilimsel ve dini çelişki, dinsellik, evrim dersini alıp

almama, doğal seleksiyonun anahtar kavramları, doğal seleksiyona ilişkin kavram yanılgıları ve öğretmenlerin bilimin doğası ve evrim ilişkisine yönelik bilgilerini ölçmek için kullanılan ENOS-R adlı Likert tipi ölçek, evrim öğretimine yönelik tercih (yaratılışçı görüş, evrim teorisi, akıllı tasarım vb.), ve son olarak da öğrencilerin tercihlerine yönelik inançtır. Araştırmanın sonucunda hem biyoloji öğretmenlerinde hem de diğer öğretmenlerde evrim ve bilimin doğasına yönelik bilginin birçok kavram yanılgısını da içerecek şekilde düşük düzeyde olduğu, her iki gruptaki öğretmenlerin hemen hemen yarısının yaratılışçı görüşün okulda öğretimini savunduğu, bilgi ve tercih/inanç ilişkisinin düşük olduğu ve evrim dersini almış ve almamış öğretmenler arasında yaratılışçılığı öğretme tercihleri arasında bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Uşak (2009) fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre konusundaki pedagojik alan bilgilerini araştırmıştır. Çalışmada altı öğretmen adayından ders hazırlama, laboratuvar planı, görüşme ve kavram haritaları ile veriler toplanmıştır. Öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi: fen ve teknoloji öğretim programı bilgisi, konu alanı bilgisi ile ilgili inanç, öğrencilerin kavramaları ile ilgili bilgi ve öğrencilerin değerlendirilmesi ile ilgili bilgi olmak üzere dört farklı açıdan incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre konusu ile ilgili konu alanı bilgilerinin yeterli olduğu ancak öğretmen adaylarının öğrencilerin öğrenme zorlukları ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları, derslerinde genellikle öğretmen merkezli bir yaklaşım benimserken, ölçme ve değerlendirmede geleneksel yöntemi kullanma eğiliminde oldukları görülmüştür.

Gleason, Melançon ve Kleine (2010) İngilizce ve Biyoloji Öğretmenlerinin disiplinlerarası bir kursun İnsan Genom Projesi ışığında genetik alan bilgilerini ve Etik, Kanuni ve Sosyal Uygulamalara yönelik farkındalıklarını artırmaya olan etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Öğretmenlerden kurs öncesi ve kurs sonrası olmak üzere kompozisyon yazmaları ve verilen 12 kavramı kullanarak bir kavram haritası oluşturmaları istenmiştir. Ayrıca, dersler süresince grup tartışmaları gerçekleştirilmiştir. Genetik bilgisine yönelik olarak elde edilen bulgular incelendiğinde 8 fen öğretmeninden altısının kavram haritasını doğru bir şekilde tamamladığı, bazılarının ise yeni kavramlar eklediği görülürken, İngilizce

öğretmenlerinin kavram haritalarının temel düzeyde bir bilgiyi yansıttığı görülmüştür. Kursun insan genom projesi ile ilgili bilgilerini paylaşımları için öğretmenlere oldukça faydalı olduğu sonucuna varılmıştır.

Gardner ve Jones (2011) biyoteknoloji gibi yeni teknolojilerin risk ve fayda algılarının öğretmenlerin öğretimsel yaklaşımlarını şekillendirebileceği varsayımından yola çıkarak düzenledikleri çalışmada, dört grup öğretmen adayı katılımcı olarak yer almıştır: fen öğretmen adayları, fen öğretmenleri, lisansüstü biyoloji öğretim asistanları ve biyoloji profesörleri (n=91). Araştırmanın veri toplama araçları biyoteknoloji risk algısını belirlemeye yönelik olarak tasarlanan bir anket ve kart düzenleme görevidir. Araştırmanın sonuçları öğretmen gruplarının risk algısının birçok yönü açısından benzer olduğu ancak üniversite profesörlerinin onlardan farklılaştığını göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar alan bilgisi açısından tartışılarak fen öğretimi açısından tartışılmıştır.

Park, Jang, Chen ve Jung (2011) araştırmalarını, öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerinin reform temelli fen öğretimi için gerekli bir bilgi temeli olup olmadığı hipotezini test etmek amacı ile düzenlemişlerdir. Nicel araştırma metodundan faydalanan çalışmada 7 lise biyoloji öğretmenin (2-43 yıl arası deneyim) PAB derecesi ile sınıfın reform yönelimli olup olmaması arasındaki korelasyona bakılmıştır. Öğretmenlerin PAB derecesi, PAB Rubriği (Park, Chen & Jang, 2008) kullanılarak ölçülmüştür. Reform yönelimi ise reform öğretmen gözlem formu ile ölçülmüştür. Fotosentez ve kalıtım konularının işlendiği 33 öğretim seansı boyunca, 7 lise öğretmeninden veri toplanmıştır. Her bir derse PAB rubriği kullanılarak puanlama yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde PAB skorunun reform yönelimli olma skoru ile anlamlı bir ilişki gösterdiği görülmüştür.

van der Zande, Waarlo, Brekelmans, Akkerman ve Vermunt (2011) tarafından biyoloji öğretmenlerinin genetik konusuna dair öğretmenlik bilgisini artırmada genetik testler bağlamında yapılan öğretimin etkisini inceleyen bir araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, biyoloji öğretmenlerinin bu konuyu öğretmek için ne gibi bir alan bilgisine sahip olmaları gerektiği araştırılmıştır. Çalışmaya 9 deneyimli öğretmen, 12 klinik pratik uzmanı (medikal uzmanları ve medikal etikçiler) katılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak görüşmeler ve etik, kanuni ve sosyal açılar ile ilgili arama motoru bulgularından

yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin öğretim programı bağlamında sunduğu dominant, resesif, heterozigot, DNA, duplikasyon ve transkripsiyon gibi kavramların yanı sıra klinik pratik uzmanlarının sunduğu yüksek riskli genler, multifaktörlü genler ve poligenik bozukluklar gibi kavramların da genetik konusunu genetik test etme bağlamında, sosyal, etik ve kanuni yönleri de hesaba katarak öğretmek için gerekli kavramlar olduğu görülmüştür.

Park ve Chen (2012) pedagojik alan bilgisinin beş bileşeninin (fen öğretme yönelimleri, öğrenci anlayışına yönelik bilgi, öğretimsel stratejilere ve gösterimlere yönelik bilgi, fen öğretim programının bilgisi ve fen öğrenmede ölçme bilgisi) entegrasyonunun doğasını incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma spesifik olarak fotosentez ve kalıtım konularını ele almıştır. Katılımcılar aynı okulda görev yapmakta olan dört öğretmendir. Veri toplama araçları olarak, yarı yapılandırılmış görüşmeler, ders planları, öğretim materyalleri ve öğrencilerin çalışmalarından örnekler kullanılmıştır. Yapılan üç farklı analiz sonucunda PAB bileşenlerinin entegrasyonuna ait beş ana özellik ortaya çıkmıştır. Bunlar (1) bileşenlerin entegrasyonu kişiye ve konuya özgüdür, (2) öğrencilerin tanınması ve öğretim stratejilerinin bilgisi entegrasyonun merkezindedir, (3) Fen öğretim programının bilgisi ve fen öğrenmeyi ölçmeye yönelik bilgi diğer bileşenlerle en sınırlı ilişkiyi içeren bileşenlerdir, (4) Fen öğrenmeyi ölçme bilgisi daha sıklıkla öğrencilerin tanınması ve öğretim stratejilerinin ve sunumlarının bilgisi bileşenleri ile ilişkilidir ve (5) Öğretim stratejilerinin ve sunumları, Fen öğretimine didaktik yönelimlerini yönlendirerek onun diğer bileşenlerle olan bağlantılarını etkilemektedir. Bu araştırma PAB' nin kalitesinin bileşenler arasındaki uyumun yanı sıra her bir bileşenin güçlü olmasının önemine vurgu yapmaktadır. Çalışmada Pentagon modeli kullanılarak haritalanan PAB daha görünür ve erişilebilir kılınmıştır.

Tekkaya ve Kılıç (2012) tarafından biyoloji öğretmen adaylarının evrim öğretimine ilişkin pedagojik alan bilgilerini belirlemek için düzenlenmiş olan çalışma, spesifik olarak evrim, evrim teorisi ve bilimin doğası kavramlarında yoğunlaşmış ve evrim dersini almış (3 erkek, 4 bayan) 7 son sınıf biyoloji öğretmenliği öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak yüz

yüze yarı yapılandırılmış görüşmeler, kavram haritası ve ders planları kullanılmıştır. Pedagojik alan bilgisi bileşenlerinden ise evrim öğretimine genel bakış açıları, pedagojik alan bilgileri, öğretim yöntem ve teknik bilgileri, öğretim programı bilgileri, öğrencilere yönelik bilgileri ve ölçme ve değerlendirme bilgileri incelenmiştir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesi ve evrim öğretimine ilişkin kaygılarının azaltılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra evrim teorisini kabul etme ve evrim teorisi arasında pozitif bir ilişkinin varlığı bulunamamıştır. Yani öğretmen adaylarının evrim teorisine yönelik bilgi eksikliklerinin evrim ve evrim öğretimine yönelik olumlu tutum ve niyet geliştirmelerine engel teşkil etmediği sonucuna varılmıştır.

Jüttner ve Neuhaus (2012) çalışmalarında biyoloji öğretmenlerinin, pedagojik alan bilgisinin 'öğrencilerin hataları ve onlarla baş etme yollarına ilişkin öğretmen bilgisi' bileşenini ölçmeye yönelik bir araç geliştirmeye çalışmışlardır. Çalışmada spesifik olarak refleks kavramı ele alınmıştır. Üç aşamada gerçekleşen araştırmanın ilk aşamasında 461 9. ve 10. Sınıf öğrencisinden refleks konusuna ait bir başarı testi tamamlamaları istenmiş ve bu testlerden elde edilen sonuçlar öğrenci hatalarını belirlemeye kaynaklık etmiştir. 5 biyoloji öğretmeni ile birlikte içerik geçerliliği test edilen maddeler daha sonra ortalama 10.5 yıl mesleki deneyime sahip 65 biyoloji öğretmenine uygulanmıştır. Öğrencilerin refleks konusu ile ilgili hataları yedi kategoriye ayrılmıştır, araştırmacılar, bu yedi kategorinin genel biyoloji hatalarını belirlemeye yönelik olmadığını ancak bunlardan bazılarının diğer biyoloji konularına transferinin mümkün olduğunu belirtmektedirler. Son olarak, çalışmada geliştirilen ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu sonucuna varılmıştır.

Gottheiner ve Siegel (2012) deneyimli yaşam bilimleri öğretmenlerinin değerlendirme okuryazarlıklarının öğrencilerin genetik ile ilgili bilgi düzeylerini nasıl şekillendirdiği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, bu doktora tezinin kavramsal çerçevesinde tanımlanan değerlendirme okuryazarlığı çerçevesini temele alarak öğrenmeye yönelik görüşler, değerlendirme araçlarının bilgisi, değerlendirmeleri yorumlama bilgisi ve eylem alma konularına odaklanmışlardır. Çalışmada beş deneyimli öğretmenle, çok sayıda veri kaynağı

kullanmışlardır. Bu veri kaynakları öğretmenlerin öğrenci bilgisi ile ilgili tahminleri, öğrencilerin değerlendirme maddelerine verdikleri sözlü ve yazılı yanıtlar, öğretmen geçmişi anketi ve öğretmen odak grup görüşmeleridir. Genetik değerlendirme maddelerini geliştirirken araştırmacılar ortaokul öğrencilerinin yaşam bilimleri ile ilgili alternatif kavramlarına işaret etmeyi amaçlamışlardır. Öğretmen odak grup görüşmeleri ise öğrencilerin zorluk yaşadığı alanlar ile ilgili öğretmenlerin tahminlerini içermektedir. Elde edilen bulgulara göre öğretmenlerin öğrencilerin öğretim öncesinde sahip oldukları ön bilgileri belirlemek için çeşitli araçlar kullandıkları görülmüştür. Bunlar: öğretim öncesi günlükleri, KWL (Neyi biliyorsun ne bilmek istiyorsun ne öğrendin) çizelgesi, kavram haritalama, grup tartışması, büyük bir kâğıda sınıfın konuyla ilgili ön/son bilgisini yazma ve ünitenin başında ön/son doğru-yanlış soruları olarak listelenmiştir. Öğrencilerin genetik konuları ile ilgili zorluk yaşadıkları alanlara yönelik içerik standartlarına dayalı olarak öğretmenlerin tahminlerine yönelik bulgular ise şunlardır:

-annenin genlerinin kız çocuğuna babanın genlerinin erkek çocuğuna gideceğini düşünebilirler

- babanın genlerinin annenin genlerinden daha güçlü olduğunu düşünebilirler

- bir özelliğin yoğunluğunun geni daha güçlü yaptığını düşünebilirler (örn: uzun boy geni kısa boy geninden daha güçlüdür)

- dominant genlerin gen havuzunda daha sık görüldüğünü düşünebilirler

- DNA ve genetik arasındaki bağlantıyı veya çekirdeğin DNA'nın ve genetik bilginin taşıyıcısı olduğunu bilmeyebilirler

- “şablon” dan kastımızın ne olduğunu bilmeyebilirler

- DNA'nın somatik hücrelerimizde değil sadece gametlerde olduğunu düşünebilirler

- kromozomların genlerin oluşturduğu büyük DNA yığınları olduğunu bilmeyebilirler

- bütün DNA'nın genleri kodladığını düşünebilirler

- iki türü çaprazlayarak yeni bir tür elde edilebileceğini düşünebilirler

- bir kladistik diyagramları ve bir soyağaçlarını karıştırabilirler

- özelliklerin hem genler hem de çevre tarafından belirlendiğini bilmeyebilirler

- bitkilerin hem eşeyli hem de eşeysiz ürediğini bilmeyebilirler

- sosyal olarak yapılandıkları cinsiyet anlayışlarının biyoloji ve evrimdeki rolünü ayırtıramayabilirler.

Araştırmacılar bu tahminlerin sonrasında öğretmenlerin öğrencilere yöneltilen her bir genetik maddesine yönelik tahminlerini, öğrencilerden elde edilen yanıtlarla karşılaştırmışlardır. Buna göre öğretmenlerin bazı sorularda öğrencilerin sahip olabilecekleri tüm ön bilgilerin farkında oldukları, bazı sorularda ise öğrencilerin daha fazla alternatif kavram ürettikleri görülmüştür. Bu sebeple öğretmenlerin yalnız başlarına çalışmaktan ziyade grup tartışmaları yoluyla daha fazla alternatif kavramın farkına varmaları ve bunları gidermek için eylem almaları vurgulanmıştır.

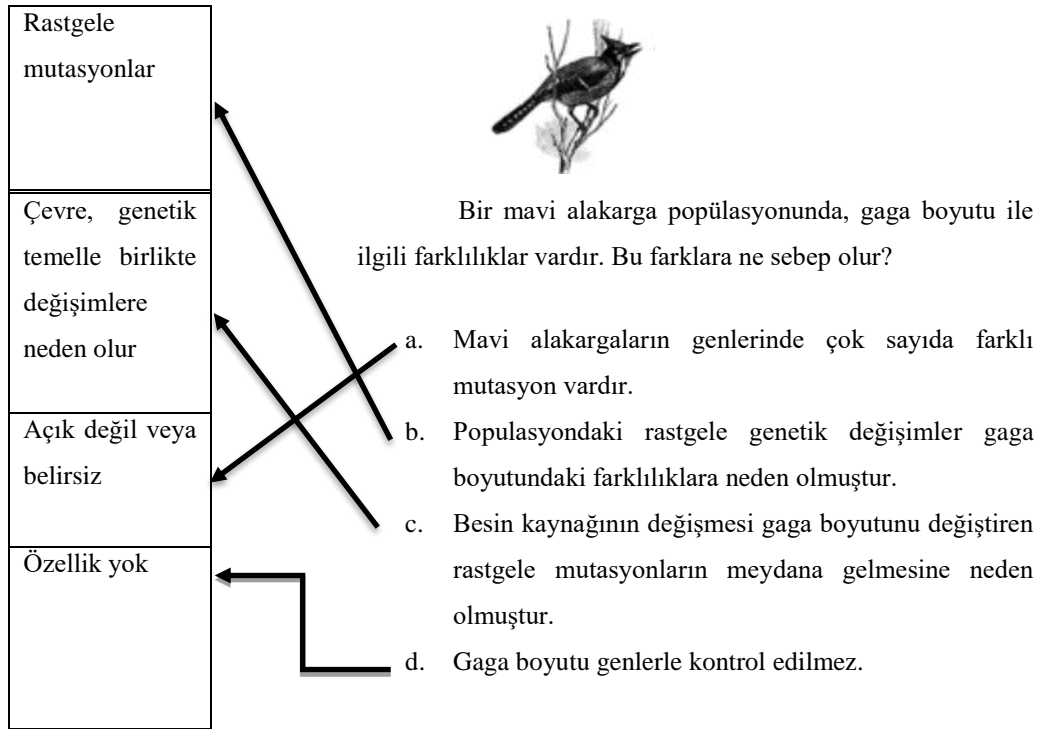
2.5.4 Öğrenme Progresyonları ve Biçimlendirici Değerlendirmeler ile ilgili Çalışmalar

Öğrenme progresyonları ile biçimlendirici değerlendirme ilişkisi ilgili alanyazında sıklıkla vurgulanan bir noktadır. Konuyla ilgili çalışmalar incelendiğinde eğitici öğrenme progresyonlarını tanımlayan Furtak ve arkadaşlarının çalışmalarının öne çıktığı görülmüştür. Örneğin Furtak (2012) lise öğretmenlerinin doğal seleksiyonla ilgili geliştirilen bir öğrenme progresyonunu temele alarak biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını geliştirmeyi

hedefleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Buradan yola çıkarak bir öğretim desteği olarak öğrenme progresyonlarının öğretmenler tarafından nasıl görüldüğünü, öğrencilerin değerlendirme konuşmaları sırasında paylaştıkları fikirlerden hangilerini öğretmenlerin öğretim sırasında vurguladığını ve bu değerlendirme konuşmaları sırasında öğrencilerin paylaştığı fikirlerle ilgili öğretmenlerin nasıl çıkarımlar yaptıklarını ve hangi yanıtları verdiklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada üç veri kaynağı kullanılmıştır. Bunlar: görüşmeler, ders video kayıtları ve uyarılmış hatırlama görüşmeleridir. Çalışma iki yıl boyunca bir grup biyoloji öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın odağında öğretmenlerin doğal seleksiyonla ilgili bir öğrenme progresyonuna dayalı ortak biçimlendirici değerlendirmelerin yinelemeli olarak geliştirilmesi, uygulanması ve gözden geçirilmesi olarak belirtilmiştir. Çalışmanın birinci yılında öğretmenler projenin temelleri ve doğal seleksiyonu öğretmekte kullandıkları yaklaşımlarla ilgili tartışmalar yapmışlardır. İkinci yılda ise öğretmenler daha önce sistematik olarak belirledikleri öğrenci fikirlerini analiz etmiş ve öğrenme progresyonu ile bunları ilişkilendirmişlerdir. Çalışmada geliştirilen öğrenme progresyonu Catley, Lehrer ve Reiser (2005) tarafından evrimle ilgili olarak geliştirilen öğrenme progresyonunun kavramsal yapılarından ikisine (varyasyon ve diferansiyel hayatta kalma/üreme) odaklanmıştır. Bu kavramsal yapılara dayalı olarak öğretmenler, araştırma ekibinin de iş birliği ile öğrencilerin doğal seleksiyonla ilgili düşüncelerini paylaşabilecekleri biçimlendirici değerlendirme aktiviteleri tasarlamışlardır. Bu süreçte öğrenme progresyonu, kavramla ilgili yaygın yanlış kavramaları organize eden bir çerçeve görevi görmüştür. Öğretmenler iki yıl boyunca çok sayıda biçimlendirici değerlendirme tasarlamış olmasına karşın bu çalışma yalnızca ‘Nasıl meydana geldi?’ isimli aktiviteye dayandırılmıştır. Elde edilen veriler öğrenme progresyonlarının öğretim desteği olarak kullanılmasına ilişkin çok sayıda özgün bulgu ortaya çıkarmıştır. Buna göre çalışmanın merkezindeki doğal seleksiyon öğrenme progresyonunun yatay ekseninin öğretmenler tarafından öğretimin sıralanmasında kullanıldığı, dikey eksenin ise biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını desteklediği görülmüştür. Öğrencilerin biçimlendirici değerlendirme sorularına verdikleri sözlü yanıtların çoğunlukla doğru ve yanlış fikirleri birlikte içerdiği ve bunun evrimsel düşünmenin bir belirtisi olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin öğrencilerin fikirleri ile ilgili çıkarımları incelendiğinde ise öğrenme progresyonlarının öğretmenlerin

geçerli çıkarımlar yapmalarına yardımcı olduğu ve öğretmenlerin, öğrencilerin fikirlerini “anlaşıldı” veya “anlaşılmadı”nın ötesine taşıyarak ortak bir dil oluşturdukları gözlemlenmiştir. Ancak çalışmadaki öğrenme progresyonunun öğretmenlere yaygın kavram yanılgılarını belirlemede yardımcı olmasına karşın öğrencilerin fikirlerine nasıl yanıt verecekleri ve öğretimlerini nasıl adapte edecekleri konusunda yardımcı olmadığı görülmüştür.

Furtak, Morrison ve Kroog (2013) ise daha önceki çalışmalarda geliştirilen doğal seleksiyon öğrenme progresyonuna dayalı olarak tasarlanmış çoktan seçmeli sorulara öğrencilerin verdikleri yanıtları biyoloji öğretmenlerinin nasıl yorumladıklarına dayalı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada DANS (Daphne Assessment of Natural Selection/ Daphne Doğal Seleksiyon Değerlendirmesi) adı ile geliştirilen ölçme aracı, ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Şekil 2.15’te DANS testinin bir maddesi örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.15: DANS maddesi ve İlke 4: Özelliklerin Orjini-Genetik Mekanizmalar/Rastgele Mutasyonlar boyutu ilişkisi

DANS testinin geliştirilmesinde ilk formda yukarıda örneği verilen maddeye benzer 5 ilke ve 3 çıkarıma dayalı olarak geliştirilmiş 17 madde, ikinci yıl ise 26 madde yer almıştır. Bu çalışmada da BDTD kullanılarak öğretmenlerin konuyla ilgili profesyonel gelişimlerine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Öğretmenlerle gerçekleştirilen profesyonel gelişim toplantıları kaydedilmiş ve bu aktiviteler analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda öğretmenlerin öğrenme progresyonlarını kendilerine uygun bir biçimde ele almada zorluk yaşadıkları ve bunun öğrencilerin fikirlerinde çiftbaşlılık yarattığı görülmüştür. Bu sebeple öğrenme progresyonlarını yorumlamada öğretmenlerin profesyonel gelişiminin desteklenmesinin önemi vurgulanmıştır.

Furtak vd. (2016) ise 3 yıllık BDTD profesyonel gelişim programına katılan 9 biyoloji öğretmenin biçimlendirici değerlendirme görevlerinin kalitesine uygulamaların etkisini ve öğretmenlerin biçimlendirici değerlendirme becerilerinin öğrenci erişilerindeki değişimi ne kadar öngördüğüne yönelik bir araştırma yapmışlardır. Çalışmanın her yılında tek gruplu ön test son test deseni kullanılmıştır. Öğretmenler uygulama boyunca aylık BDTD toplantılarına katılmışlardır. Bu toplantılarda öğretmenler doğal seleksiyon öğrenme progresyonu üzerinde çalışmışlardır. Öğretmenlerin tasarladığı biçimlendirici değerlendirmeler 6 maddelik bir kodlama sistemi ile ölçülmüş ve aktiviteler 0'dan (geleneksel) 5'e (kaliteli biçimlendirici değerlendirme ile tutarlı) şeklinde değerlendirilmiştir. Öğretmenlerden biçimlendirici değerlendirmelerin kalitesi ile ilgili olarak elde edilen veriler görev tasarlama, soruları meydana getirme, fikirleri yorumlama ve dönüt verme boyutlarında analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında öğretmenlerin soru sorma kalitesinde, öğrenci fikirlerini yorumlamalarında ve dönüt kalitesinde anlamlı bir artış görülürken tasarlanan görevlerin kalitesinde anlamlı bir artış görülmemiştir. Ayrıca öğretmenlerin profesyonel gelişim müdahale programına katılmalarının öğrencilerin gündelik fikirlerinin önemini vurgulayan bir öğrenme yaklaşımı benimsemelerine neden olmuştur. Çalışmadan elde edilen diğer bir önemli sonuç ise uygulamalar boyunca artış gösteren soru sorma kalitesinin öğrencilerin başarılarına bir katkı sağlamamış olmasıdır. Yazarlar bu durumu soruların tek başına öğretici olmadığını belirterek bilgilendirici dönütün öğrencilerin başarılarını daha pozitif yönde etkiliyor olmasına bağlamışlardır.

2.6 Kavramsal Çerçevenin Özeti

Yapılan çalışmalar genetik konularının uzun süredir temel biyoloji öğretim programının en önemli, öğrenmesi ve öğretmesi zor olan bileşenlerinden biri olarak görüldüğünü göstermektedir. Genetik konularının öğrenilmesi ve öğretilmesi ile zorluklar temelde genetiğin karmaşık ve soyut doğasına bağlanmaktadır. Bu zorluklar alanyazında genel olarak (a) genetik konularının kendine özgü bir terminolojiye sahip olması, (b) genetikteki kavramların ve süreçlerin eş zamanlı olarak çeşitli organizasyon düzeylerinde olması, (c) bazen bir düzey (örn. Makroskobik düzey) bir disipline aitken (örn. Biyoloji), diğer düzeyin (örn. Moleküler düzey) farklı bir disipline (örn. Kimya) ait olabilmesi veya biyolojiye ait farklı düzeylerin farklı konulara ait olması, (d) öğrencilerin genetik alanında bulunan ince ayrıntılar ve soyut kavramlarda zorlanması ve (e) öğretmen kaynaklı sorunlar olarak ele alınmaktadır.

Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için fen eğitimi için son yıllarda bilimsel disiplinler arasında üretken ve daha geniş kavrayışlara yönelen merkezi kavramlara odaklanmanın önemine vurgu yapmaktadırlar. Bu problemlere daha etkin bir şekilde dikkat çekebilmek için öğrencilerin bilimi nasıl öğrendiklerine ilişkin kanıtların gözden geçirilmesi, öğretim programının, değerlendirmelerin ve öğretimsel programların bu bilgiye dayalı olarak tasarlanması ve test edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple de öğretim program ile ilgili hipotezlerin dikkatli bir şekilde tasarlanmasına ve test edilmesine dayanan kanıt temelli modellere ihtiyaç vardır. Ayrıca, öğretim program geliştiricilerine ve öğretmenlere rehberlik edecek araştırma ve uygulama arasında köprü kurabilecek öğrenme progresyonları gibi yeni araçların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. İlk 2007 yılında. A.B.D Ulusal Araştırma Konseyi'nin (NRC) raporunda tanımlanan öğrenme progresyonları; “çocuklar bir konuyu öğrenirken veya bir konuyu keşfederken, birbirini izleyebilen, sıra ile daha gelişmiş düşünme yollarının tanımlarıdır” şeklinde açıklanmaktadır. Öğrenme performansları, süreç değişkenleri ve erişim düzeyleri olmak üzere üç temel bileşene sahip olan öğrenme progresyonları öğretim programı, öğretim ve değerlendirmelere rehberlik etmektedir. Bu yönüyle öğrenme progresyonları öğretmenlerin, öğretim sürecini anlamlandırması ve öğretime ilişkin bilgilerinin öğrenciler üzerindeki etkisini anlaması için öğretimde

var olan kavramsal ve bağlamsal karmaşıklığının azaltılmasında önemli rol oynarak öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerine de katkı sağlamaktadır. Öğrenme progresyonu temelli öğretim programları, öğretim materyalleri ve değerlendirmeler yolu ile öğretmenler öğrettikleri alana daha bütüncül bir bakış açısı ile yaklaşma fırsatı da elde etmektedirler.

Öğrenme progresyonlarının kullanılma amaçlarından biri öğrencilerin kavramsal bir alandaki fikirlerinin gelişme yollarını göstermek olduğundan, öğretmenlerin sınıflarındaki biçimlendirici değerlendirmeleri yapılandırmalarında destek olmak için de ideal görünmektedirler. Ancak biçimlendirici değerlendirmeleri sınıflarında nasıl ve ne amaçla kullanacaklarını ve onları nasıl tasarlayacaklarını bilmek öğretmenler için kolay değildir. Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (BDTD) beş adımdan oluşan öğretmenlerin öğrenme progresyonları desteği ile biçimlendirici değerlendirmeler geliştirmesini desteklemesini sağlayan bir profesyonel gelişim yaklaşımıdır. BDTD'nin uygulayıcılara yönelik olarak tasarlanan versiyonu ise dört adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar: (1) Hedef Belirleme ve Öğrenci Fikirlerini Keşfetme (2) Araçları Tasarla ve Gözden Geçir (3) Karar ver ve Veri Topla (4) Sonraki adımları Yansıt ve Tanımla şeklinde sıralanmaktadır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, evren ve örneklem, deneysel müdahale süreci, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve elde edilen verilerin analizi hakkında bilgi verilmektedir.

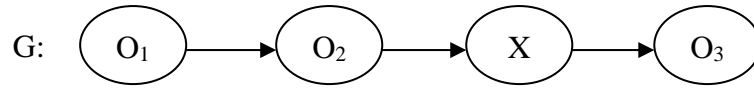
3.1 Araştırmanın Modeli

Biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü kullanılarak gerçekleştirilen etkinliklerin son sınıfa devam etmekte olan biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan ve pedagojik alan bilgilerine etkisinin incelendiği bu çalışmada hem nicel hem de nitel veri setlerinin bir arada kullanılmasını gerektiren araştırma soruları bulunmaktadır. Bu kapsamda biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinin son sınıfa devam etmekte olan biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerine etkisi araştırmanın nicel sorusu olarak ele alınmış ve bu sürecin biyoloji öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerine etkisi ise nitel araştırma sorusu olarak cevaplanmaya çalışılmıştır.

3.2 Araştırmanın Nicel Boyutu

Araştırmanın nicel boyutunda tek gruplu çift öntest- sontest yarı deneysel desen (O1 O2 X O3) kullanılmıştır (Shadish, Cook & Campbell, 2002). Yarı deneysel desenlerde deneysel bir prosedür uygulanır ancak bütün dış etkenler kontrol altında tutulmaz ve katılımcılar gruplara yansız olarak atanmaz (Christensen, 2007). Robson (2011)'a göre bireyleri gruplara rastgele atamanın mümkün olmadığı durumlarda yarı-deneysel desenin kullanılması en iyi seçenektir. Müdahalenin etkililiğini test etmek için sadece küçük bir örneklem grubunun var olduğu durumlarda rastgele atama mümkün olmayabilir ve bu durum iç geçerliliği tehdit eden bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Harris vd., 2006). Yarı deneysel desenlerde bunun dışında katılımcı özelliklerinde var olan sistematik farkların gözlenen etkiyi meydana getirmesi (seçim tehdidi),

zamanla meydana gelen doğal değişimlerin müdahale etkisiyle karıştırılması (olgunlaşma tehdidi) ve üniteler uç puanları için seçildiğinde izleyen testlerde daha az uç puanlarının olmasının müdahale etkisiyle karıştırılması (regresyon tehdidi) gibi tehditler de bulunmaktadır (Shadish vd., 2002). Bu araştırmada son sınıfa devam eden biyoloji öğretmen adayları nispeten küçük bir örneklem olduğundan tek gruplu bir çalışma yapma yoluna gidilmiştir. Ancak iç geçerliliği tehdit eden faktörlerden regresyon ve olgunlaşma tehditlerini azaltmak için birinci ön testten önce ikinci bir ön test eklenmiştir. Burada, ön testten son teste müdahalenin etkilerini kestirmede var olabilecek ön yargıları açıklığa kavuşturmak için iki ön test bir “deneme çalıştırması (dry run)” olarak işlev görmektedir (Shadish vd., 2002). Buna göre araştırmanın nicel boyutunda kullanılan deneysel desen Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



G: Çalışma Grubu

O₁: Birinci Ön-Test

O₂: İkinci Ön-Test

X: Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Etkinlikleri

O₃: Son-Test

Şekil 3.1: Araştırmanın Nicel Boyutunun Deneysel Deseni (Tek gruplu çift ön test-son test desen)

3.3 Araştırmanın Nitel Boyutu

Araştırmanın nitel boyutunda, zaman içerisinde sınırlandırılmış bir veya birkaç durumu çoklu kaynakları içeren veri toplama araçları ile derinlemesine incelemeye ve durumların/durumlara bağlı temaların tanımlamaya yarayan nitel bir araştırma yaklaşımı olan “durum çalışması (case study) deseni” kullanılmıştır (Creswell, 2007).

Her veri toplama aracının güçlü ve zayıf yönleri bulunduğundan bu desende çok sayıda veri toplama aracının kullanılması önerilmektedir. Bu kapsamda bu araştırmanın nitel verileri katılımcılarla yapılan yarı-yapılandırılmış

görüşmeler, araştırmacı tarafından yapılan gözlemler, müdahale etkinlikleri sırasında yapılan kamera kayıtları ve öğretmen adaylarının etkinliklerde yaptıkları çalışmalar (içerik gösterimleri ve biçimlendirici değerlendirme problemleri) yolu ile toplanmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda kullanılan durum çalışmasının geçerliliğini güvenilirliğini artırmak için;

- İç geçerliliğin sağlanması için öncelikle araştırma sorularının açık bir şekilde tanımlanması ve araştırma aşamalarının bu sorularla tutarlı olmasının sağlanması
- Biyoloji öğretmen adayları ile güz ve bahar dönemlerinde toplam 28 hafta olmak üzere uzun süreli etkileşimin sağlanması
- İç geçerliliğin sağlanması için görüşme, gözlem gibi çeşitli nitel veri kaynaklarının, farklı nitel veri toplama yöntemlerinin ve farklı analiz stratejilerinin kullanılması,
- süreç boyunca uzman görüşlerine başvurulması,
- dış geçerliliğin ve güvenilirliğin sağlanması için araştırma örnekleminin, ortamın, süreçlerin ve nitel verilerin doğrudan alıntılarla ayrıntılı betimlenmesi
- nitel verilerin tutarlılıklarının aynı görüşme sorularıyla, aynı araçlarla kayıt altına alınması gibi çalışmalar yapılmıştır.

3.4 Araştırmanın Çalışma Grupları

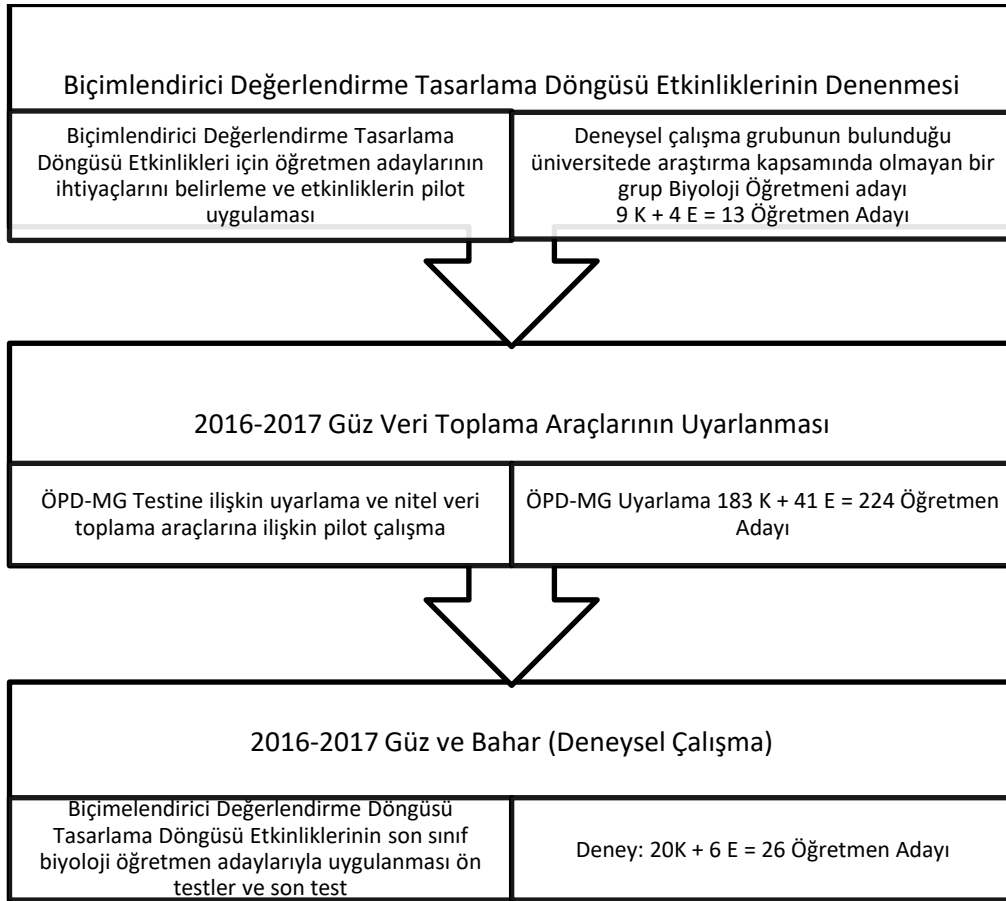
Bu tez çalışması kapsamında farklı yıllarda üç farklı grup ile çalışmalar yürütülmüş ve veriler toplanmıştır.

Birinci grup ile Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü Etkinlikleri için öğretmen adaylarının ihtiyaçlarını belirleme ve etkinliklerin pilot uygulamasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu grup araştırmanın deneysel çalışma grubunun bulunduğu üniversiteden, çalışmaya dahil olmayan gönüllü toplam 13 (9 K 10 E) Biyoloji Öğretmen adayından oluşmaktadır.

İkinci gruptan nicel veri toplama aracı olarak kullanılan Öğrenme Progresyonu Temelli Modern Genetik Değerlendirme Aracı (ÖPD-MG2) (LPA-

MG2) (Todd & Romine, 2016) testine ilişkin Türkçe uyarlama çalışmalarını gerçekleştirmek amacı ile veri toplanmıştır. Bu çalışma grubunu 2016-2017 eğitim öğretim yılı güz döneminde Türkiye’de bulunan 4 devlet üniversitesinde Biyoloji Öğretmenliği programına devam etmekte olan toplam 224 (183 K, 41 E) Biyoloji Öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Üçüncü grup ise araştırmanın deney grubunu oluşturmaktadır. Bu çalışma grubunu 2016-2017 eğitim öğretim yılının güz ve bahar dönemlerinde Türkiye’de bir devlet üniversitesinin Biyoloji Öğretmenliği bölümünün 5. Sınıfında öğrenim gören 28 biyoloji öğretmen adayından araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 1’i yabancı uyruklu (Türkmenistan) olmak üzere 26 (20K, 6E) (yaş ortalaması 23,69) biyoloji öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bu üç çalışma grubunda izlenen süreç ve grup bilgileri Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Araştırmanın Çalışma Gruplarında İzlenen Süreç

3.5 Deneysel Müdahale Süreci

Deneysel müdahale süreci bölümünde bu doktora tezinde müdahale çalışmasının gerçekleştirildiği deney grubunun özellikleri, uygulama süreci ve etkinlikler, uygulama ortamı ve araştırmacının süreçteki rolü ile ilgili bilgiler verilecektir.

3.5.1 Deney Grubunun Özellikleri

Durum çalışması yaklaşımı benimsenen bu araştırmada 26 katılımcı 6 gruba ayrılmıştır. Bu 6 grup her grupta öğretmen adayı sayısı 4-5 olacak şekilde oluşturulmuştur. Gruplar oluşturulurken Biyoloji öğretmen adaylarının son sınıfta almakta oldukları Öğretmenlik Uygulaması dersinde buldukları gruplar dikkate alınmıştır. Diğer bir deyişle aynı gruptaki öğrenciler her hafta aynı lisede öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında beraber çalışmalar yürütmektedirler. Ancak 6 grup olarak oluşturulan çalışma gruplarında bulunan biyoloji öğretmen adayları toplamda 3 uygulama okulda gözlem yaptıklarından bu grupların oluşturulması için not ortalamalarının olabildiğince heterojen olmasına dikkat edilmiştir. Grupları belirlenirken iki adet beş kişilik ve dört adet dört kişilik, mümkün olduğunca heterojen yapıda çalışma grupları oluşturulmaya çalışılmıştır. Öğrenciler kendi istekleri doğrultusunda çalışma gruplarına BETT, Golgi Vezikülleri, Rubisco, B12, NoName ve UltrAslan isimlerini vermişlerdir. Tablo 3.1’de deneysel müdahale sürecinin gerçekleştirildiği çalışma gruplarına ait grup ismi, öğretmen adayının numarası, yaş ve not ortalaması bilgileri verilmektedir. Bu doktora tezinde bulgular sunulurken Tablo 3.1’deki grup isimleri ve öğrencilere verilen numaralar (örneğin BÖA1= Biyoloji Öğretmen Adayı 1) kullanılacaktır.

Tablo 3.1: Deneysel Müdahale Gruplarının Özellikleri

Grup 1 (GOLGİ VEZİKÜLLERİ)			Grup 2 (B12)		
Öğretmen Adayı	Yaş	Not Ortalaması (cGPA/4)	Öğretmen Adayı	Yaş	Not Ortalaması (cGPA/4)
BÖA1	23	3,48	BÖA19	24	3,49
BÖA23	24	3,17	BÖA17	24	3,26
BÖA22	24	3,27	BÖA12	23	3,36
BÖA26	25	3,04	BÖA10	23	3,27
BÖA2	23	3,57	BÖA18	24	3,37
Grup 3 (RUBISCO)			Grup 4 (NoName)		
Öğretmen Adayı	Yaş	Not Ortalaması (cGPA/4)	Öğretmen Adayı	Yaş	Not Ortalaması (cGPA/4)
BÖA7	24	3,03	BÖA15	24	2,91
BÖA8	23	3,38	BÖA16	24	3,05
BÖA14	23	3,23	BÖA3	23	3,30
BÖA11	23	3,53	BÖA9	23	3,01
Grup 5 (BETT)			Grup 6 (UltrAslan)		
Öğretmen Adayı	Yaş	Not Ortalaması (cGPA/4)	Öğretmen Adayı	Yaş	Not Ortalaması (cGPA/4)
BÖA5	25	2,57	BÖA4	25	2,74
BÖA6	23	3,16	BÖA13	24	3,08
BÖA21	23	2,85	BÖA20	24	2,59
BÖA25	23	3,02	BÖA24	25	2,89

3.5.2 Uygulama Süreci ve Etkinlikler

Çalışmada hazırlanan grup ve uygulama ortamı biyoloji öğretmen adaylarına düşen görevler alışkın oldukları çalışma düzeninden farklı olduğundan uygulamalara başlanmadan önce son sınıf biyoloji öğretmen adayları ile bir bilgilendirme toplantısı yapılmıştır. Bu bilgilendirme toplantısında uygulamanın içeriğine ilişkin bilgiler verilmiş, günler ve saatler kararlaştırılmıştır. 2016-2017 Eğitim Öğretim Yılı Güz döneminin ilk haftasında öğretmen adaylarına ÖPD-MG2 Testi birinci ön test olarak uygulanmıştır. Bahar Döneminin başında ise ikinci ön test ve ön görüşmeler yapılmıştır. 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde haftada 4 saat (2 gün x 2 ders saati) uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Ders saati 90 dakikadır. Bu süreçte 2 hafta boyunca 4 tane hazırlık etkinliği ve 6 hafta boyunca ise 6 tane biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliği yapılmıştır. Tablo 3.2.'de çalışmada yapılan etkinliklerin listesi ve bu etkinliklerle ilgili bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3.2: Çalışmada gerçekleştirilen etkinliklerle ilgili bilgiler

Hafta/ Ders	Konu	Etkinlik Adı/No
1.1	Lise Biyoloji dersi öğretim programlarının, ders kitaplarının, yıllık/haftalık/günlük planların ve diğer materyallerin tanıtılması	Hazırlık Etkinliği 1
1.2	Sunum: Değerlendirme nedir? Değerlendirme türleri nelerdir? Biçimlendirici Değerlendirme nedir?	Hazırlık Etkinliği 2
2.1	Modern Genetikle ilgili yapılmış eğitim makale ve tezlerinin incelenmesi	Hazırlık Etkinliği 3
2.2	Kavram Haritası Oluşturma: Ne, Ne Zaman, Nasıl Öğretelim, Nasıl Değerlendirelim	Hazırlık Etkinliği 4
3.1	BDTD Adım 1: Hedef Belirleme ve Öğrenci Fikirlerini Keşfetme	Etkinlik 1
3.2	BDTD Adım 1: İçerik Gösterimi (CoRe) oluşturma	Etkinlik 1
4.1	BDTD Adım 1: İçerik Gösterimi (CoRe) oluşturma	Etkinlik 1
4.2.	BDTD Adım 1: İçerik Gösterimi (CoRe) oluşturma	Etkinlik 2
5.1.	BDTD Adım 1: İçerik Gösterimi (CoRe) oluşturma	Etkinlik 2
5.2.	BDTD Adım 2: Araçları Tasarla (Biçimlendirici Değerlendirme Probu Hazırlama)	Etkinlik 3
6.1	BDTD Adım 2: Araçları Tasarla (Biçimlendirici Değerlendirme Probu Hazırlama)	Etkinlik 3
6.2.	BDTD Adım 2: Araçları Tüm Gruba Sun-Sınıf Tartışması	Etkinlik 3
7.1.	BDTD Adım 2: Araçları Gözden Geçir (Biçimlendirici Değerlendirme Probuna Son halini verme)	Etkinlik 4
7.2.	BDTD Adım 3: Karar ver ve Veri Topla: Biçimlendirici Değerlendirme Problemlerinin Uygulanması	Etkinlik 5
8.1.	BDTD Adım 4: Sonraki Adımları Yansıt ve Tanımla: Grup Tartışması (Uygulanan Problemlerin Değerlendirilmesi)	Etkinlik 6
8.2	Son Değerlendirme Toplantısı	

3.5.2.1 Hazırlık etkinlikleri

Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü Etkinlikleri pilot uygulamaları sırasında biyoloji öğretmen adaylarının ihtiyaçları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalara dayanarak uygulamalar öncesinde 4 tane hazırlık etkinliği planlanmış ve bu hazırlık etkinlikleri sonrasında uygulamalara geçilmiştir.

Hazırlık Etkinliği 1- Bu etkinliğin amacı biyoloji öğretmen adaylarına uygulanmakta olan ve daha önce uygulanmış olan Lise Biyoloji dersi öğretim programlarının, ders kitaplarının, yıllık/haftalık/günlük planların ve diğer materyallerin tanıtılmasıdır. Yapılan çalışmalara göre etkili öğretmenler öğretim programı materyallerine karşı analitik bir duruş sergilemekte ve bu materyallere eleştirel bir gözle yaklaşarak onları kendi ihtiyaçlarına yönelik olarak adapte etmektedirler (Schwarz vd., 2008). Bu etkinlikte de öğretmen adaylarına öğretim

programı materyalleri tüm yönleriyle tanıtılarak grup çalışması yoluyla eleştirel ve analitik bir gözle bakmaları ve değerlendirmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

Hazırlık Etkinliği 2- Bu etkinlikte biyoloji öğretmen adaylarına “Değerlendirme nedir? Değerlendirme türleri nelerdir? Biçimlendirici Değerlendirme nedir?” gibi başlıklardan oluşan bir sunum yapılmıştır. Burada biyoloji öğretmen adaylarına konu ile ilgili daha önce aldıkları derslerle ilgili ön bilgilerini tazeleme, biçimlendirici değerlendirmelerin kullanım yerlerinin farkına varma ve biçimlendirici değerlendirme örneklerini tartışma olanağı sağlanmıştır.

Hazırlık Etkinliği 3- Bu etkinlikte özellikle Türkiye’de modern genetik ve kalıtımla ilgili yapılmış makale ve tezlerden öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarının farkına varılması için inceleme çalışmaları yapılmıştır. Burada amaç biyoloji öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri sırasında yapacakları grup tartışmalarında, farklı sınıf ve yaş düzeylerinde karşılaşılabilecekleri kavram yanlışlarının farkına varabilmeleri ve daha etkin bir şekilde etkinliğe katılabilmeleridir. Yapılan çeşitli çalışmalarda (örn. Galvin, Simmie & O’Grady, 2015) öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının farkına varmalarının etkili bir pedagojik yaklaşım olduğu belirtilmektedir.

Hazırlık Etkinliği 4- Bu etkinliğin amacı biyoloji öğretmen adaylarının bir önceki etkinlikte inceledikleri makale ve tezlerde tespit ettikleri kavram yanlışları, öğrenme engelleri gibi noktalara daha derinlemesine yaklaşarak öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarını kavram haritası şeklinde modellemelerini sağlamaktır. Burada Biyoloji öğretmen adayları genetik konularının alt başlıklarına ait çeşitli sınıf düzeylerinde var olabilecek kavram yanlışlarına daha bütüncül bir bakış açısıyla bakma ve biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinde bunları bir başvuru kaynağı olarak kullanma fırsatı bulmuşlardır. Bu çalışmaları incelerken öğretmen adayları, hangi seviyede hangi olası kavram yanlışları olabileceğini, bunu nasıl öğretebileceklerini ve nasıl değerlendirebileceklerini tartışarak kavram haritaları oluşturmuşlardır. Öğretmen adaylarının etkinlikte izledikleri adımlar EK A’da verilmiştir.

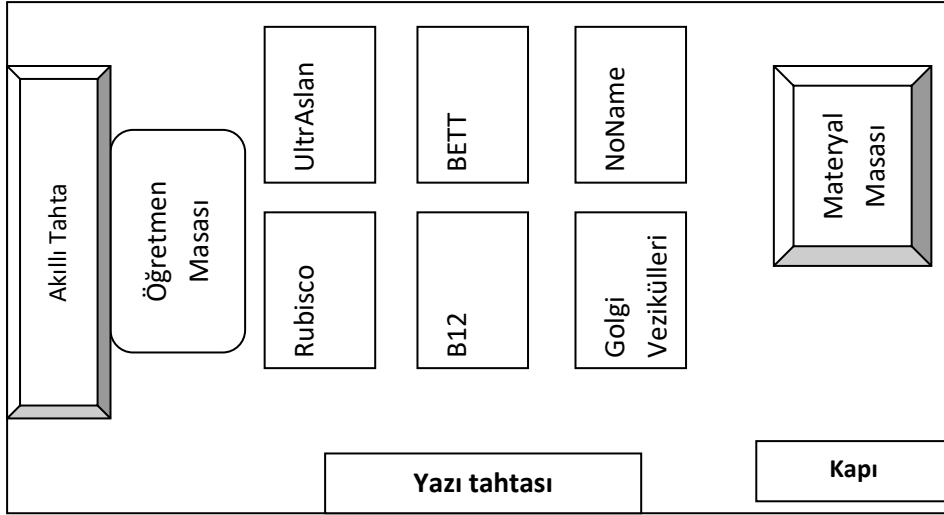
3.5.2.2 Biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri

Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Etkinliklerinin uygulama sürecinde biyoloji öğretmen adayları ile daha önce kavramsal çerçeve kısmında bahsedilen Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü'nün adımları alt adımlara ayrılarak hafta hafta uygulamalar gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.2). Biyoloji öğretmen adayları gruplarında kendilerine dağıtılan etkinlik kağıtları (örn. EK B), lise biyoloji dersi öğretim programları, biyoloji ders kitapları ve kaynak kitapları ve internet taramalarını gerçekleştirebilecekleri bilgisayarları gibi yardımcı materyalleri kullanarak uygulamaları sürdürmüşlerdir.

3.5.2.3 Uygulama ortamı

Çalışmanın uygulama ortamı biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilikleri boyunca derslerin laboratuvar çalışmalarını gerçekleştirdikleri Biyoloji Laboratuvarıdır. Teorik derslerin yürütüldüğü sınıflarda sıraların yere sabit olması ve öğretmen adaylarının grup çalışmasına uygun bir oturma düzeninde bulunmalarına imkân olmaması sebebiyle derslerin bu laboratuvarında yapılması uygun görülmüştür. Biyoloji laboratuvarının düzeni hem öğretmen adaylarının diğer grupların seslerinden rahatsız olmamaları hem de araştırmacının gruplar arasında rahatça gezebilmesi için uygundur.

Şekil 3.3'te uygulamanın gerçekleştirildiği biyoloji laboratuvarının kuşbakışı görünüşü yer almaktadır.



Şekil 3.3: Uygulama ortamının kuşbakışı çizimi

3.5.2.4 Araştırmacının rolü

Çalışmada tüm etkinliklerin planlanması ve yürütülmesi, veri toplama araçlarının seçilmesi, uygulanması ve analiz edilmesi ve uygulama ortamının oluşturulması danışmanın rehberliğinde araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sırasında araştırmacı her an sınıfta bulunmuş, gruplar arasında gezerek gerektiğinde müdahalelerde bulunmuş ve ortaya çıkabilecek problemleri en aza indirmeye çalışmıştır.

3.5.3 Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmacının nicel ve nitel boyutlarında veri toplama amacıyla kullanılan araçların seçimi, geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili bilgiler verilmektedir.

3.5.3.1 Araştırmanın nicel boyutunun veri toplama araçları

Araştırmanın nicel boyutunda son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerinin belirlenmesinde kullanılacak olan ÖPD-MG2'nin tanıtılması, Türkçe formun hazırlanması ve değerlendirmesi, uygulanması ve puanlanması ile Türkçe formdan elde edilen sonuçların geçerliği ve güvenilirliği ile ilgili bilgiler bu başlıkta verilmektedir.

3.5.3.1.1 Öğrenme Progresyonu Temelli Modern Genetik Değerlendirme Aracı (ÖPD-MG2)

Öğrenme Progresyonu Temelli Modern Genetik Değerlendirme Aracı (ÖPD-MG2), Todd ve Romine (2016) tarafından 12 farklı kavramı (Tablo 3.3), her bir yapı Duncan'ın öğrenme progresyonu ve revizyonlarına dayanacak şekilde değerlendirmek için tasarlanmış 34 maddeden oluşan (36 bağımsız madde, A Yapısı V1-3 olmak üzere üç maddeye ayrılmış) bir araçtır. Bu 12 yapıdaki her bir değerlendirme maddesi *Sıralanmış Çoktan Seçmeli* (ordered multiple choice/OMC) çerçevesi (Alonzo & Steedle, 2009; Briggs, Alonzo, Schwab & Wilson, 2006) kullanılarak yapılandırılmıştır. Sıralanmış Çoktan Seçmeli format, biçimlendirici değerlendirmelerde kullanılan her bir seçeneğin öğrenme progresyonundaki bir erişim düzeyi ile eşleştirildiği maddelerden oluşmaktadır. Biçimlendirici değerlendirmelerden her biri, uygulandığında, öğrenme progresyonuna göre farklı düzeylerde başarılar kazanan öğrenciler tarafından erişilebilir olacak şekilde tasarlanmaktadır (Alonzo & Steedle, 2008; Covitt & Gunckel, 2012). Öğrenme progresyonlarının geçerliliğini ortaya koymak ve hem geniş çaplı hem de sınıf bağlamlarına değerlendirme araçları olarak kullanılabilirliğini sağlamak için etkili bir tanımlama yöntemi olan Sıralanmış Çoktan Seçmeli maddeler, genellikle görüşmelere dayalı olarak değerlendirme yapan öğrenme progresyonu araştırmalarına yeni bir boyut kazandırmaktadır (Alonzo & Steedle, 2008; Battista, 2011; Steedle & Shavelson, 2009). Sıralanmış Çoktan Seçmeli maddelerin, geleneksel çoktan seçmeli maddelerle karşılaştırıldığı çalışmalarda daha yüksek güvenilirlik ve daha düşük standart ölçme hataları hesaplandığı görülmekte ve bu durum da öğrencilerin ortalama puanlarının

öğrenme progresyonunda buldukları seviye ile ilgili daha net bir bilgi verdiğini söylemek mümkündür (Steedle & Shavelson, 2009). ÖPD-MG2 aracında değerlendirme içi yapısı için revize edilmiş progresyon yapıları kullanılarak her bir maddeye verilen yanıtlar o yapıdaki farklı seviyelere tekabül etmektedir. (Todd, Romine & Clark, 2017).

Tablo 3.3: Modern Genetik Yapıları (Todd & Romine, 2016, s. 1678)

Yapı	Kavram	Değerlendirme maddeleri	Seviyeler
A	Genetik bilgi hiyerarşik olarak organize edilmiştir	A (V1, V2 ve V3)	0-6
B	Genler proteinleri kodlar	V4, V5, V6	0-6
C1	Proteinler hücre işlerini yapar	V7, V8, V9	0-5
C2	Proteinler genler ve özellikleri birbirine bağlar	V10, V11, V12	0-6
D	Hücreler farklı genleri ifade eder	V13, V14, V15	0-6
E	Genetik bilgi yavrulara aktarılır	V16, V17, V18	0-5
F	Genler ve özellikler arasında korelasyon örüntüleri vardır	V19, V20, V21	0-5
G1	DNA tür içinde ve türler arasında varyasyon gösterir	V22, V23, V24	0-6
G2	Genetik bilgideki değişimler varyasyonun artmasıyla sonuçlanır ve evrimi tetikler	V25, V26, V27	0-5
H	Çevre genetik bilgiyle etkileşir	V28, V29, V30	0-6
I	Sadece gametlerdeki mutasyonlar yavrulara aktarılabilir	V31, V32, V33	0-4
J	Bir organizmanın yaşamı boyunca herhangi bir noktada gen ifadesi değişebilir	V34, V35, V36	0-4

ÖPD-MG2 ilk olarak 10. Sınıf öğrencileri üzerinde kullanılmıştır (Todd, Romine & Cook- Whitt, 2016). Bu çalışmada ÖPD-MG2'nin lise öğrencilerinin modern genetik konusu ile ilgili kavrayışları için geçerli, güvenilir ve tek boyutlu bir ölçme aracı olduğu gösterilmiştir. Ölçme aracının üniversite öğrencilerine uygunluğunu göstermek amacıyla, araçtaki maddeler elde edilen veriler ve uzman görüşleri doğrultusunda revize edilerek Versiyon 2 geliştirilmiştir. Bu çalışmada da hedef grup üniversite öğrenimlerine devam etmekte olan son sınıf biyoloji öğretmen adayları olduğundan ÖPD-MG2'nin kullanılması uygun görülmüştür.

ÖPD-MG2'nin Türkçe Formunun Hazırlanması ve Değerlendirilmesi Süreci

Bu doktora tezinin kapsamında ÖPD-MG2'nin (Todd & Romine, 2016) kullanılabilmesi için araştırmacılardan Amber Todd ile e-posta yolu ile iletişime geçilerek Türkçe formu oluşturma ve kullanma izni alınmıştır (EK C). Bu izin

alındıktan sonra maddelerin Türkçe formatlarının hazırlanması için adım adım bir yol izlenmiştir (Hambleton, 2005; Hambleton & Patsula, 1999).

ÖPD-MG2’de yer alan modern genetik öğrenme progresyonu çerçevesine göre hazırlanmış maddelerin dil eşdeğerliliğinin sağlanabilmesi amacıyla öncelikle bir çeviri ve geri-çeviri yöntemi izlenmiştir (Canino & Bravo, 1999). ÖPD-MG2’de bulunan maddeler Modern Genetik Öğrenme Progresyonu çerçevesine göre hazırlandığından içerik geçerliliği için hem Türkçe hem de İngilizce dillerine hâkim alan uzmanlarından görüş alınarak maddelerin çerçeve ile karşılaştırılması sağlanmıştır. Bu süreçte izlenen adımlar şöyledir:

Adım 1: ÖPD-MG2’nin orijinal versiyonu, hedef dile hem Türkçe’ye hem de İngilizce’ye hâkim olan ve aynı zamanda da test yapısı hakkında bilgisi olan biri İngilizce öğretmeni üç kişi tarafından çevrilmiş, çeviriler arasında dikkate değer farklar varsa tekrar görüş alınarak çeviri işlemleri tamamlanmıştır. Daha sonra, iki uzman tarafından kaynak dil olan İngilizce’ye çevrilmiş ve özgün madde yapıları ile çevrilmiş olan maddeler arasındaki tutarlılıklar incelenmiştir. Böylece orijinal dildeki madde anlamlarınının çeviri sürecinde kaybolmaması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu adımın sonunda ise geri çevrilmiş madde havuzundan en iyi çeviriler seçilerek ÖPD-MG2’nin Türkçe formunun ilk taslağı oluşturulmuştur.

Adım 2: ÖPD-MG2’nin ilk Türkçe taslağını biri deneyimli bir biyoloji öğretmeni olmak üzere üç alan uzmanı gözden geçirmiş, böylece içeriğin eşdeğerliliği ve Türkiye’de bu konuları açıklamak için kullanılan terimler açısından uygunluğu incelenmiştir. Bu uzmanların görüşlerine dayanılarak birinci Türkçe taslaktaki ifadeler orijinal formdaki fikirler ile daha uyumlu olacak şekilde gözden geçirilmiştir. Bu revizyonlara dayalı olarak ÖPD-MG2’nin Türkçe formunun ikinci taslağı oluşturulmuştur.

Adım 3: ÖPD-MG2’nin ikinci taslağı beş biyoloji öğretmen adayına verilerek maddelerin evrendeki kişiler için açık olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu pilot çalışmada yer alan biyoloji öğretmen adaylarına maddelerin anlamlarının açıklığı sorulmuş ve açık olmayan maddeler için alternatif maddeler/kelimeler sağlamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının dönütlerine

dayanılarak beş maddede küçük düzeltmeler yapılmış ve ÖPD-MG2'nin Türkçe formuna son hali verilmiştir (EK D).

Adım 4: ÖPD-MG2'nin Türkçe formunun yapı geçerliliği ile elde edilen puanların güvenilirliğini değerlendirmek amacı ile form, Türkiye'de bulunan 4 devlet üniversitesinde Biyoloji Öğretmenliği programına devam etmekte olan toplam 224 (183 K, 41 E) Biyoloji Öğretmen adayına uygulanmıştır.

3.5.3.1.2 ÖPD-MG2'nin uygulanması ve puanlanması

ÖPD-MG2'nin Türkçe formunun Türkiye'de bulunan dört devlet üniversitesinde öğrenim gören biyoloji öğretmen adaylarına uygulanması için öncelikle gerekli izinler alınmıştır. Form öğretmen adaylarına kağıt/kalem testi şeklinde uygulanmış ve tamamlanması ortalama 35 dakika sürmüştür.

Değerlendirme maddeleri öğrenme progresyonu temelinde Sıralanmış Çoktan Seçmeli formatta hazırlandığından birçok maddenin puanlama yapısı aynıdır. Aşağıda puanlama yöntemleri ve puanlamanın detayları maddelerden örnekler verilerek açıklanmaya çalışılmıştır.

Genel Puanlama: Madde V4 ÖPD-MG2'de bulunan maddelerin çoğunluğu için kullanılan puanlama yapısı için tipik bir örnek olarak verilebilir. Bu madde Yapı B'yi (genler proteinler için kodlama yapar) hedeflemektedir ve seçeneklerde bulunan açıklamalar (1-6) B Yapısının özgün düzeylerine karşılık gelmektedir. ÖPD-MG2'de bulunan maddelerden 4-16, 18-22 ve 27-36 olmak üzere toplam 28 maddenin puanlaması bu şekildedir.

-
- V4.** DNA'ya zaman zaman "genetik kod" da denmesinin sebebi nedir? (B)
- DNA genlerinizdir. (1)
 - DNA vücudunuz için gerekli emirleri kodlar. (2)
 - DNA hücreleriniz, dokularınız ve organlarınız için kodlama yapar. (3)
 - DNA hücreleriniz içindeki biyolojik moleküller için kodlama yapar. (4)
 - DNA proteinleri kodlar. (5)
 - DNA dizileri özgün amino asitleri kodlar. (6)
-

Birden Fazla Yanıtlı Maddelerin Puanlanması: Öğrenme Progresyonu temelli Sıralanmış Çoktan Seçmeli maddelerin tasarlanmasındaki çeşitli zorlukları

ortadan kaldırmak amacıyla ÖPD-MG2'deki maddelerin bazılarında öğrencilerden birden fazla yanıt istenmektedir. Aşağıda örnek olarak sunulan madde V25 bu formattadır. Cevaplayıcılardan bu maddelerde seçeneklerden herhangi birini veya hepsini işaretlemeleri veya hiçbirini işaretlememeleri beklenmektedir. Madde 25, Yapı G2'ye (Genetik bilgideki değişimler varyasyonun artmasıyla sonuçlanır ve evrimi tetikler) odaklanmaktadır. Birden fazla yanıtı Sıralı Çoktan Seçmeli maddelerde cevaplayıcılar seçtikleri en düşük düzeydeki yanıtı göre puan alacak şekilde puanlama yapılmaktadır. Örneğin öğrenci 2 ve 5 numaralı seçenekleri işaretlediye 2 puan verilmekte, burada hiçbir seçeneği işaretlemeyen öğrencilere ise "0" puan verilmektedir.

V25. DNA' daki değişimler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur? Herhangi birini, hepsini seçebilir veya hiçbirini seçmeyebilirsiniz. (G2)

DNA'daki değişimler türlerde genetik varyasyonun azalmasına neden olur. (1)

DNA'daki değişimler bir türe ait organizmaların farklı görünmesine neden olur çünkü farklı DNA'ya sahiptirler. (2)

DNA' daki değişimler bir organizmanın üreme başarısı için faydalı ya da zararlı olabilir. (3)

DNA değişimleri protein yapısını veya fonksiyonunu etkileyebilir. Bu değişimler bir organizmanın üreme başarısı için faydalı, zararlı veya etkisiz olabilir. (4)

DNA değişimleri genetik varyasyonu artırarak zaman içinde türün evrimine sebep olabilir. (5)

A Yapısının Puanlanması: ÖPD-MG2'de yer alan maddelerden ilk üç madde (V1-3) genel puanlama formatına uymasına rağmen, Yapı A'nın doğası gereği bu üç madde için her bir öğrenciye tek bir puan verilmektedir. A Yapısı, gen, DNA, kromozom, nükleotid/baz, hücreler ve genomlar olmak üzere 6 kavramın arasındaki ilişkiyi sorgulamaktadır. Bu yapı, ÖPD-MG2'de üç maddeye bölünerek, maddelerden her biri üç kavramın ilişkisini belirleyecek şekilde hazırlanmıştır. A Yapısının ilk maddesi olan V1, DNA, gen ve kromozomlar arasındaki ilişkiye, V2 maddesi DNA, nükleotidler/bazlar ve hücre arasındaki ilişkiye, V3 ise genler, kromozomlar ve genom arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Todd, Romine ve Cook-Whitt (2016) bunun sebebini, tüm kavramlar arasındaki ilişkiyi, çok fazla sayıda seçenek olmadan değerlendirmeyi sağlayabilecek bir madde oluşturmanın zorluğuna bağlamaktadır. Bu üç maddeye verilen yanıtlardan, cevaplayıcıların doğru olarak yanıtladığı kavramlardan toplam bir puan elde edilerek puanlama yapılmaktadır. A yapısında bulunan üç maddeden biri olan 3.madde aşağıda verilmektedir.

V3. Genler, kromozomlar ve genomlar arasındaki ilişki nedir? (A)

Genler kromozomlardan veya genomlardan ayrı oluşumlardır. (1)

Tüm genleriniz genomunuzu meydana getirir ve kromozomlarınız genleriniz içinde yer alır. (2)

Tüm genleriniz genomunuzu meydana getirir ve genleriniz kromozomlarınız içinde yer alır. (3)

Tüm kromozomlarınız genomunuzu meydana getirir ve kromozomlarınız genleriniz içinde yer alır. (4)

Genler kromozomlarda bulunur ve tüm kromozomlarınız genomunuzu meydana getirir (5)

ÖPD-MG2’de yer alan değerlendirme maddelerinin temellendirildiği modern genetik öğrenme progresyonunun yapıları ve özetlenmiş tanımları Tablo 3.4’te gösterilmektedir.

Tablo 3.4: Progresyonun taslağı ve seviyelerin özet tanımları

Progresyon Seviyesi					
1	2	3	4	5	6
A Yapısı: Genetik organizasyon					
İlişkinin varlığının farkında ancak tüm kavramlar yanlış	2 doğru	3 doğru	4 doğru	5 doğru	6 doğru
B Yapısı: Genler proteinleri kodlar					
Genler bilgi kaynağı değil	Bilgi kaynağı olarak genler	Genler vücuda çeşitli düzeylerde talimat verir	Genler hücre elemanlarını kodlar	Genler proteinleri kodlar	Proteine dönüştürülen genler
C1 Yapısı: Proteinler hücre işlerini yapar					
Hücreler işlevleri yerine getirir	Vücudunuz için iyi proteinler	Proteinler hücrenin işlerini yapar	Protein işlevi yapıya bağlıdır	Protein yapısı ve işlevi proteindeki amino asitlere bağlıdır	-
C2 Yapısı: Proteinler genler ve özellikleri birbirine bağlar					
Genlerdeki değişiklikler özellikleri değiştirir	Genlerdeki değişiklikler hücreleri değiştirir	Genlerdeki değişiklikler proteinleri değiştirir	Genlerdeki değişiklikler özellikleri değiştirmek üzere proteinleri değiştirir	Genlerdeki değişiklikler proteinlerdeki amino asitleri değiştirir	Genlerdeki değişiklikler özellikleri değiştirmek üzere protein işlevlerini değiştirir.
D Yapısı: Hücreler farklı genleri ifade eder					
Hücreler farklıdır çünkü vücutta farklı yerlerde bulunurlar	Hücreler farklıdır çünkü farklı işlevlere sahiptirler	Hücrelere farklı olmasını söyleyen DNA’dır	Farklı hücreler işlevleri için farklı proteinlere sahiptir	Vücut hücreleri aynı DNA’ya ancak farklı proteinlere sahiptir	Vücut hücreleri, farklı proteinleri ifade etmek için aynı DNA’ya sahiptir.
E Yapısı: Genetik bilgi yavrulara aktarılır					
Organizmalar sadece ebeveynlerinin özelliklerini alabilir	Yavrular her bir ebeveynin DNA’sının yarısını alır	Alleller rastgele dağılır	Kromozomlar rastgele dağılır	Kromozomlarda parça değişimi olursa genetik varyasyon artar	-

Tablo 3.4'ün devamı

F Yapısı: Genler ve özellikler arasında korelasyon örüntüleri vardır					
Organizmalarda özelliklerin farklı versiyonları vardır	Ebeveynlerden gelen özellikler yavruların özelliklerini oluşturmak için karışabilir veya üstün gelebilir	Organizmalar ebeveyn başına bir allel alır ve özellikler tahmin edilebilir	Allellerin dizilimi farklılaşır ve bu da özellik varyasyonlarını sağlamak için proteinleri etkiler	Seviye 4+ dominant ve resesif ilişkiler protein etkileşimleri ile açıklanabilir	-
G1 Yapısı: DNA tür içinde ve türler arasında varyasyon gösterir					
Organizmalar farklı özelliklere veya işlevlere sahiptir	Organizmalar farklı DNA'ya sahiptir	Organizmalar tür içinde bile farklı DNA'ya sahiptir	Tür içindeki organizmalar aynı ve farklı DNA'ya sahiptir	Farklı türlere ait organizmaların DNA'larının bazıları benzer bazıları farklıdır	En korunumlu DNA türler arasındadır, en önemli olan gen ürünüdür
G2 Yapısı: Genetik bilgedeki değişimler varyasyonun artmasıyla sonuçlanır ve evrimi tetikler					
Türlerin görünümü ve işlevi farklıdır	Bir türe ait organizmalar farklı görünüm ve işlevlere sahiptir	Bir organizmadaki değişiklikler faydalı veya zararlı olabilir	DNA değişiklikleri faydalı, nötr veya zararlı olabilir ve protein yapısını/işlevini değiştirebilir	DNA değişiklikleri genetik varyasyon ve evrimin artışına sebep olur	-
H Yapısı: Çevre, genetik bilgiyle etkileşir					
Çevre organizmaları etkileyebilir	Çevre özellikleri ve işlevleri etkileyebilir	Çevre hücrelerimizi, organlarımızı veya dokularımızı değiştirebilir	Çevre bir hücrenin içindeki şeyleri değiştirebilir veya mutasyona uğratabilir	Çevre, hücre işlevini etkileyen proteinlerin türünü ve miktarını değiştirebilir	Çevre proteinlerin değişmesine neden olan genleri değiştirebilir veya proteinlerin gen ifadesini değiştirebilir
I Yapısı: Sadece gametlerdeki mutasyonlar yavrulara aktarılabilir					
Özelliklerdeki bir değişiklik yavrulara aktarılabilir	DNA mutasyonları yavrulara aktarılabilir	Sadece gametlerdeki mutasyonlar yavrulara aktarılabilir	Seviye 3 + vücut hücrelerindeki mutasyonlar oğul hücrelere aktarılır	-	-
J Yapısı: Bir organizmanın yaşamı boyunca herhangi bir noktada gen ifadesi değişebilir.					
Gen ifadesi düzenlenmez veya kontrol edilmez veya değişmez	Genler gelişim boyunca aktif hale getirilebilir	Gen ifadesi sadece yaşamın önemli safhalarında aktif veya pasif hale getirilebilir	Gen ifadesi bir canlının tüm yaşamı boyunca doğumdan sonra herhangi bir zamanda değişebilir	-	-

3.5.3.1.3 ÖPD-MG2'nin Türkçe formundan elde edilen sonuçların geçerliliği ve güvenilirliği

Eğitim araştırmalarında ölçme aracı (testler, anketler) geliştirmek için yaygın olarak kullanılan birçok istatistiksel teknik vardır. Bu yaklaşımlar araçlardan elde edilen çıkarımların güçlülüğünü ve yanıtlayıcıların performanslarını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu doktora çalışmasında ÖPD-MG'nin yapılandırılmasında, aracın kalitesinin izlenmesinde ve yanıtlayıcıların performanslarını hesaplamada Rasch analizi adı verilen psikometrik teknik kullanılmıştır. Rasch analizi, araştırmacıların ölme araçlarının alternatif formlarını, öğrencilerin gelişimi ve değişimi ışığında yapılandırmasını ve ölçmek istenen yapılarla (değişkenlerle) ilgili daha gelişmiş bir biçimde düşünmelerini sağlayan bir tekniktir (Boone, 2016). Rasch analizi, verilerde gözlemlenen yanıt deseninin, modelin beklediği teorik desene karşılık gelip gelmediğini değerlendirerek verilerin modelle uyuşup uyuşmadığını test etmektedir (Tennant & Conaghan, 2007).

Bu çalışmada Türkçe formu hazırlanan ÖPD-MG2'den elde edilen verilerin yapı geçerliliğini göstermek amacıyla Rasch Kısmi Puan Modeli (Partial Credit Model, Masters, 1982) ve Derecelendirme Ölçeği Modelinin (Rating Scale Model, Andrich, 1978a, 1978b) hibrit bir modeli kullanılmıştır. Burada Derecelendirme Ölçeği Modelinin kullanılması, Modern Genetik Öğrenme Progresyonunda yer alan 12 alt-yapıdaki (Tablo 3.3) 3'er maddenin her birinin kendi özgün derecelendirme ölçeğine sahip olmasına imkân vermektedir. Diğer bir deyişle aynı yapıyı ölçen maddeler 34 madde için 12 farklı dereceleme ölçeği oluşturmaktadır. Bu, her bir maddenin kendi özgün derecelendirme ölçeğine (kısmi kredi modeli) sahip olmasından daha kısıtlayıcı bir yaklaşım olsa da, aynı yapıda gruplanmış maddeleri aynı matematiksel yapı ile modelleme verilerin uyumu ile genelleştirilebilirliği artırmaktadır. Daha basit bir modelin kullanılmasıyla veri uyumunun sağlanması, herhangi bir ölçüm aracında bulunan modelleme tepki hatasına karşın verilerdeki önemli eğilimlerle ilgili bilgi sağlar (Todd, Romine & Cook-Whitt, 2016). Maddelerin geçerliliği ve Öğrenme Progresyonu yapıları Rasch modeline göre ortalamaların karesi infit (uyumiçi) ve

(outfit) uyumdışı kullanılarak değerlendirilmiştir. Rasch modeli her bir maddenin ve progresyon yapısının geçerliliği için ideal bir ölçüt sağlamaktadır.

Rasch analizinden elde edilen sonuçlara göre model veri uyumunun sağlanması ile ilgili olarak ÖPD-MG2’de bulunan 34 maddeyi cevaplayan 224 biyoloji öğretmen adayı için özet istatistikler Tablo 3.5’te gösterilmektedir.

Tablo 3.5: Kişi ve madde ölçümlerinin özet istatistikleri

	Ham Puan		Rasch Puanı		Uyum İçi	Uyum Dışı	S	R
	\bar{x}	S	\bar{x}	S				
Kişi Ölçümleri (224)	113.6	13.9	.17	.19	1.01	1.05	1.30	.63
Madde Ölçümleri (34)	748.2	247.8	.00	.54	1.05	1.05	110.97	.99

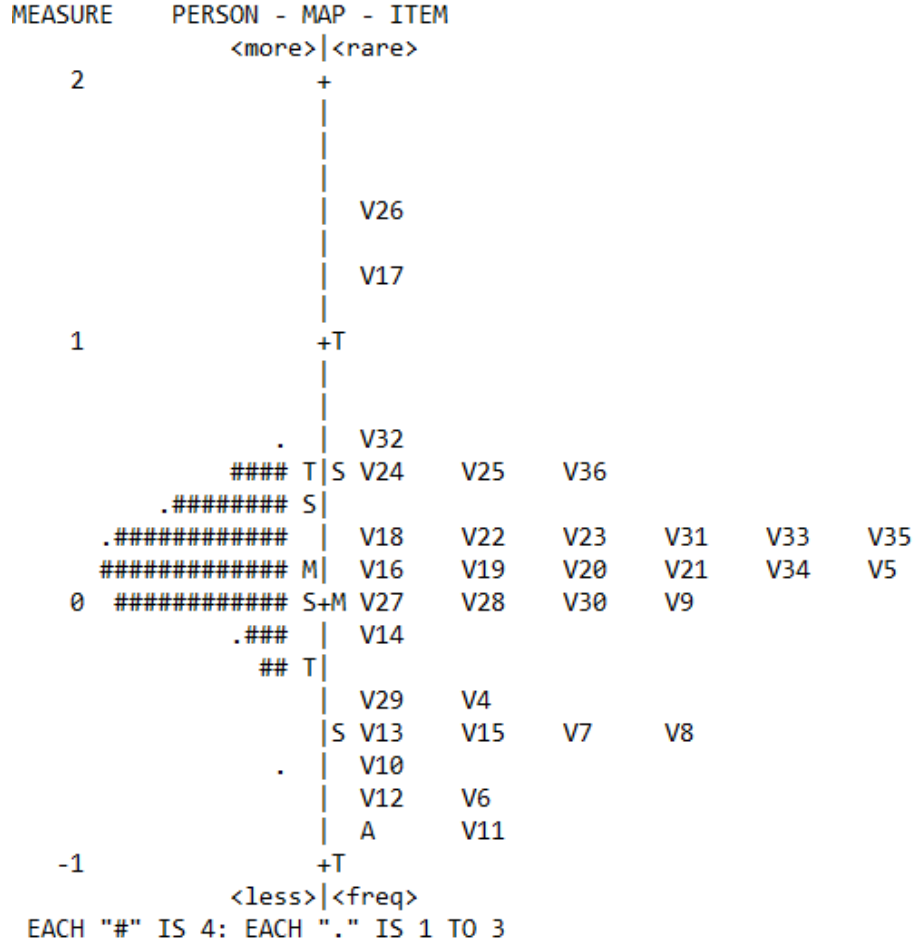
\bar{x} :Ortalama; SS: Standart sapma; S: Ayırıcılık; R: Güvenilirlik

Tablo 3.5’te görüldüğü gibi Rasch kişi güvenirliliği .63 olarak hesaplanmıştır. Rasch kişi güvenirliliği kişilerin ölçüm süreci boyunca tahmini lokasyonlarına dayalı olarak hesaplanmaktadır. Bu değer Cronbach’s Alpha’ya benzer olmakla birlikte genellikle daha düşüktür çünkü hesaplamadaki uç değerleri içermemektedir. Madde güvenirliliği ise .99’dur. Madde güvenirliliğinin yüksek olması iç tutarlılığın göstergesidir. Uyum içi ve uyum dışı istatistikler incelendiğinde ise bu değerler 1’e yakın olduğundan veri toplama aracının uygulandığı örnekleme uyumlu olduğunu ve tüm maddelerin ve yanıtlayıcıların tek bir yapıda ölçülebileceğini göstermektedir.

Tabloda görülen diğer bir değer olan kişi ayırıcılığı (person separation) ise sınıflandırma için kullanılır. Bu değer <2 ve kişi güvenirliliği <0.8 olduğunda bu durum ölçme aracının düşük ve yüksek performans gösteren cevaplayıcıları ayırmak için hassas olmayabileceğini göstermektedir. Bu durumda ölçme aracına daha fazla madde eklenmesi önerilmektedir.

Madde ayırıcılığı (item separation) ise madde hiyerarşisini doğrulamak için kullanılmaktadır. Bu değer <3 ve madde güvenirliliği <0.9 olduğunda örneklemin ölçme aracının madde güçlük hiyerarşisini (yapı geçerliliği) doğrulayacak kadar büyük olmadığını göstermektedir. Ancak Tablo 3.5’te de

görüldüğü gibi ÖPD-MG2'nin 224 biyoloji öğretmen adayına uygulanmasından elde edilen madde ayıricılığı ve madde güvenilirliği değerleri yapı geçerliliğine işaret etmektedir. Şekil 3.4'te Rasch Analizinden elde edilen kişi ve madde haritası gösterilmektedir.



Şekil 3.4: Madde ve Kişi Haritası (Wright Map)

Şekil 3.4'te verilen kişi ve madde haritası incelendiğinde biyoloji öğretmen adayları tarafından cevaplanması en zor bulunan maddenin G2 yapısına ait 26. Madde (V26) olduğu ve en kolay bulunan maddelerin ise A yapısına ait olan 3 madde (a) ve C2 yapısına ait 11. Madde (V11) olduğu görülmektedir.

3.5.3.2 Araştırmanın nitel boyutunun veri toplama araçları

Bir öğretmenin veya öğretmen adayının kendi alanına yönelik bilgisini sınıflandırmak oldukça zordur (Loughran, Mulhall & Berry, 2004). Pedagojik alan bilgisi kolay değerlendirilemeyen oldukça karmaşık bir yapı olduğundan, PAB'nin elde edilebilmesi çok çeşitli yaklaşımların bir arada kullanılmasını gerektirmektedir (Baxter & Lederman, 1999). Bu doktora tezinde biyoloji öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin etkinlikler öncesindeki ve sonrasındaki durumunun belirlenmesi amacıyla çeşitli veri toplama araçları kullanılmıştır.

3.5.3.2.1 Yarı- Yapılandırılmış görüşmeler

Bir durum çalışması için veri toplama genellikle gözlem yoluyla yapılabilir de araştırmacıya önceden hazırlanmış bir soru setinin rehberlik ettiği yarı yapılandırılmış görüşmeler (Taylor & Bogdan, 1998) de diğer bir yöntem olarak tercih edilebilir. Yarı- yapılandırılmış görüşmeler görüşülen her bir katılımcıya belli anahtar soruların sorulduğunu garanti ederken, yarı-yapılandırılmış formatı sayesinde araştırmacının uygun gördüğü durumlarda ek sorular ile müdahale edebilmesini sağlar. Katılımcılardan görüşlerini açıkça ve özgürce ifade etmeleri beklendiğinden görüşmenin akışı ağırlıklı olarak katılımcı tarafından yürütülmüş olur.

Bu doktora tezinde, BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli pedagojik alan bilgilerinin bazı bileşenlerine yönelik olarak ön görüşmelerde 14, son görüşmelerde ise 15 yarı-yapılandırılmış görüşme sorusu yöneltilmiştir.

Yarı-yapılandırılmış görüşmelerde genel olarak öğretmen adaylarına, ileride öğretmenlik yapacakları liselerde uygulanan biyoloji dersi öğretim programına yönelik farkındalıkları, programın içeriğine yönelik bilgileri, öğretmenlik uygulaması ve okul deneyimi gibi derslerde yaptıkları gözlemlerde modern genetik konularına yönelik olarak yaptıkları gözlemler, gelecekteki öğrencilerinin kalıtım ve modern genetik konuları ile ilgili sahip olabileceklerini

düşündükleri kavram yanılgılarına yönelik bilgileri, hangi amaçlarla değerlendirme yapılabileceği, değerlendirmenin önemi, değerlendirmenin öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmene nasıl yön verebileceği gibi noktalarla ilgili sorular sorulmuştur. Bu görüşmenin amacı temelde biyoloji öğretmen adaylarının daha önce bahsedilen değerlendirme okuryazarlığına ilişkin modelin (Abell & Siegler, 2011) çeşitli boyutlarına ilişkin bilgilerini belirlemektedir. Yarı-yapılandırılmış görüşme formundaki sorular EK E’de verilmiştir.

BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında yapılan ön ve son görüşmeler öğretmen adayları ile birebir gerçekleştirilmiş ve her bir görüşme ortalama 30 dakika sürmüştür. Biyoloji öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

Araştırmada gerçekleştirilen ön ve son görüşmeler için iki ayrı taslak yarı-yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmış ve bu iki form da bir alan uzmanının görüşü alınarak, görüş ve öneriler doğrultusunda düzenlenmiştir.

3.5.3.2.2 Doküman incelemesi

Doküman analizi, bir araştırmacının müdahalesi olmadan kaydedilen metin veya resim gibi dokümanları incelemek veya değerlendirmek için yapılan, sistematik bir prosedürdür (Bowen, 2009). Nitel araştırmalardaki diğer analitik yöntemler gibi doküman analizi de elde edilen verilerin, anlam elde etme, kavrayış kazanma ve deneysel bilgi geliştirme amacıyla incelenmesini ve yorumlanmasını gerektirmektedir (Corbin & Strauss, 2008). Doküman analizi genellikle diğer nitel araştırma yöntemleri ile birlikte çeşitleme (triangulation) aracı olarak kullanılır (Denzin, 1970). Nitel araştırmalarda ve karma yöntem araştırmalarında araştırmacının genellikle farklı veri kaynakları ve yöntemlerinin kullanımı yoluyla yakınsama ve destekleme arayışıyla en az iki olmak üzere çoklu kanıt kaynakları kullanması beklenmektedir (Bowen, 2009).

Bu doktora çalışmasında uygulama sürecinde veri toplama aracı olarak üç farklı dokümanın incelenmesinden yararlanılmıştır. Bu dokümanlar; biyoloji

öğretmen adaylarının BDTD aktiviteleri sırasında oluşturdukları içerik gösterimleri ve biçimlendirici değerlendirme problemleridir.

3.5.3.2.3 İçerik gösterimleri (Content Representations- CoRes)

İçerik Gösterimleri, fen öğretmenlerinin belirli bir konudaki içeriği kavrayışlarını ve bu bilgiyi sunuşlarını düzenleyen bir araştırma aracıdır (Bertram, 2014; Loughran vd., 2006). Kind (2009) içerik gösterimi tablosu fen eğitimi araştırmalarında Pedagojik Alan Bilgisi'ni öğretmenlerden doğrudan elde etmek için en kullanışlı teknik olduğunu belirtmektedir. Bir içerik gösterimi ayrıca üzerinde çalışılan içeriğin önemli kısımlarıyla ilgili öğretmenlerin kavrayışlarını elde etmeyi sağlayacak bir görüşme aracı olarak da kullanılabilir (Loughran vd., 2006). İçerik gösterimleri bireysel olarak geliştirilebileceği gibi temelde grupça geliştirilmesi yaygındır (Loughran vd., 2004).

Bu doktora tezinin etkinliklerinin üzerine temellendiği Biçimlendirici Değerlendirme Tasarlama Döngüsü (BDTD)'nde birinci adım olan "Hedef Belirleme ve Öğrenci Fikirlerini Keşfetme" adımı çalışılan fikri nasıl algıladığı ve nasıl öğretilebileceği kısmında içerik gösterimlerinden faydalanılmıştır. Genetik Öğrenme Progresyonu'nun merkezi fikirlerine dayanılarak, öğretmen adaylarının grupça içerik gösterimleri hazırlanması sağlanmış ve daha sonraki adımlarda bu haritalardan faydalanılmıştır (EK 6). Öğretmen adaylarının gruplarda birlikte geliştirdiği bu içerik gösterimi haritaları araştırmanın bir veri kaynağı olarak doküman incelemesine tabi tutulmuştur. Bu haritalarla öğrencilerin üzerinde çalışılan konu ile ilgili içerik alan ve o konunun öğretimine ilişkin bilgileri belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 3.5'te biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sırasında oluşturduğu içerik gösterimlerinden biri örnek olarak verilmiştir.

ÜNİTE 1 : GENDEN PROTEİNE		SINIF : 12
D)	Genetik bilgi, protein yapısını nitelleyen evrensel talimatları içerir. Proteinler hücrenin yaptığı her işte görev alır.	
Öğrencinin neyi anlamasını, veya yapmasını istiyorsunuz?	<ul style="list-style-type: none"> • Hücreler arasındaki ilişkiyi aracının genetik şifreler olduğunu • Kodların protein sentezinde kodona dönüştüğünü • 64 tane kodon olduğunu, 3 tane sinin durdurma kodunu olduğunu, kodonların 20 asit aminoasidi sentezlediğini • DNA'deki anlamlı kodona göre proteinin sentezlendiğini • Ribozomun yapısını, proteinin sentezinin ribozomda gerçekleştiğini • Protein sentezinde asıl işi RNA'nın yaptığını. RNA çeşitlerini, görevlerini • Sentral dogma bazamaklarını bilmesini, anlamasını istiyorsunuz. 	
İlgili Kavramlar	* Kodon, durdurma kodonu, büyük alt birim, küçük alt birim, anlamlı ve tamamlayıcı zincir, antikodon, translasyon, sentral dogma, genetik şifre, polipeptid, protein, aminoasit, enzim, genom	
Öğrencilerin bunu bilmesi neden önemlidir?	<ul style="list-style-type: none"> • Genetik bilgiyle protein sentezi arasındaki ilişkili öğrenbilmesi için • Özelden genele konuyu daha iyi kavrayabilmesi için • Tüm canlılarda aynı olay döngüsü yaşanırken, öğrencinin bu canlı çeşitliliğini kavrayabilmesi için 	
Bu fikirle ilgili (öğrencilerin henüz bilmesini istemediğini) ne biliyorsunuz?	<ul style="list-style-type: none"> * Proteinin farklı 3 boyutlu yapıları (Primer, sekonder, tersiyer, kuarterner) * RNA grubunda bulunan Üretil bazının yapısal farkı (Metil grubu bulunur) * Ribozomdaki bölgeler (E, P, A bölgeleri) * Poliribozom 	
Bu fikri öğretmekle ilgili bağlantılı zorluklar, sınırlılıklar?	<ul style="list-style-type: none"> • Konunun soyutluğu, öğrencinin kafesinde canlandırması, gözlemlememesi • Öğrenci temelinin yetersizliği • Olayları nedenleriyle tam anlamıyla kavrayamaması • Protein sentezinin gerçekleşmesi için DNA replikajına gerek yok. 	
Bu fikri öğretmeni etkileyecek, öğrenci düşünceleri, (ön bilgiler kavramları) ile ilgili bilginiz?	<ul style="list-style-type: none"> * Proteinin tüm canlılarda ortak olduğunu kavrayamama * Hücrenin yaptığı her işte proteinin temel olduğunu anlayamama * Durdurma kodonunun Aap en sonda olduğunu düşünme, aralarda da olabileceğini kavrayamama. * Bir kodonun sadece bir aa sentezlediğini bu yüzden 20 kodon olduğunu sanma. 	
Bu fikri öğretmeni etkileyecek diğer faktörler (hazırlanmışlık, sınıf yönü)?	<ul style="list-style-type: none"> • Müfredat programının yeteri kadar ayrıntılı olmaması • Sınıftaki dikkat eksikliği • Ön bilgi yetersizliği (DNA.... temel kavramları bilmeme) • Konu soyutluğundan dolayı canlandırma 	
Kullanılacak öğün stratejiler ve öğretim prosedürleri (ve bunları kullanmanız için gerekli öğün sebepleri)	<ul style="list-style-type: none"> * Konuyu somutlaştırmak için materyal hazırlama, animasyon video izletme * Konuyu anlatırken işbirlikçi öğrenmeden faydalanma * Konuyla ilgili sınıfta eğitici oyun tasarlama 	<p>Değerlendirme Stratejileri</p> <p>Kavram Eşleştirme</p> <p>Acık uçlu sorular testi</p> <p>Kavram Haritası</p> <p>2 cevaplı Anket (Buat, Hayır Katılmıyorum)</p>

Şekil 3.5: Biyoloji Öğretmen Adaylarının Oluşturdukları İçerik Gösterimleri Örneği

3.5.3.2.4 Biçimlendirici değerlendirme problemleri

“Probe” sözcüğü İngilizce-Türkçe sözlükte “derinlemesine incelemek, soru sorarak sondaj yapmak, irdelemek” gibi anlamlara gelmektedir. Bulunuz ve Bulunuz (2013, s.124)’a göre bu sözcük Türkçe’de okullarda kullanılan “öğrencilerin bilgisini anlamak için yapılan sınav” anlamına gelen “yoklama” sözcüğüne karşılık gelmektedir. Biçimlendirici değerlendirme problemlerinde amaç öğrencilerin bir konu ile ilgili sahip oldukları bilgileri, not vermeden, öğrencinin neyi ne kadar bildiğini, eksik ya da yanlış bilgilerini görmektir (Bulunuz & Bulunuz, 2013). Biçimlendirici değerlendirme problemleri öğretmenlerin, öğrencilerin var olan fikirleri ile bilimsel fikirler arasında köprü kurmalarına yardımcı olan etkili araçlardır (Eberle & Keeley, 2008).

Bu doktora çalışmasında da öğretmen adaylarına, biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü etkinliklerinin ikinci adımı olan “araçları tasarla ve gözden geçir” adımıyla öğrencilerin düşüncelerini ortaya çıkaracak bir aktivite veya araç geliştirmelerini sağlamak için biçimlendirici değerlendirme problemleri tasarlama görevleri verilmiştir. Etkinlikler öncesinde her bir öğretmen adayına genetik öğrenme progresyonunda yer alan fikirlerden biri verilerek bir Sıralanmış Çoktan Seçmeli madde hazırlamaları istenmiş ve uygulama haftaları boyunca bunu düzeltmeleri, geliştirmeleri istenmiş ve son haftalarda ise bir format verilerek bu maddeyi formata uygun bir şekilde düzenlemeleri beklenmiştir. Örnek Biçimlendirici Değerlendirme Probu Hazırlama Etkinliği Formatı Ek 2’de sunulmaktadır.

3.5.4 Verilerin İşlenmesi ve Çözümlemesi

Araştırmalarda veri analizi, verileri sistematik bir biçimde düzenleme ve benzer kategorilerde toplamayı gerektirmektedir (Sagor, 2000). Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarını analiz etmede verinin özelliğine göre nicel veya nitel analiz yöntemlerinden uygun olanların kullanılmasına karar verilmiştir.

3.5.4.1 Nicel Verilerin İşlenmesi ve Çözümlemesi

Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri öncesinde ve sonrasındaki durumunun belirlenmesi amacıyla ön ve son test olarak kullanılan ÖPD-MG2’nin Türkçe formundan elde edilen verilerin geçerliliği ve güvenilirliği WINSTEPS yazılımı kullanılarak Rasch Analizi yöntemiyle gösterilmiştir. Rasch Analizinden elde edilen bulgular ve sonuçlar araştırmanın nicel boyutunun veri toplama araçlarının açıklandığı kısımda verilmiştir (sayfa 172-174).

ÖPD-MG2’nin 1.ön-test, 2.ön-test ve son test olarak uygulanması ile elde edilen veriler ise IBM SPSS Statistics 20 paket programı kullanılarak “Tekrarlı Ölçümler için ANOVA (Repeated Measures ANOVA) istatistikleri kullanılarak

hesaplanmıştır. Yapılan analizlerden elde edilen Mauchly'nin küresellik testi sonuçları küresellik varsayımına ilişkin bilgi sağlamıştır. Küresellik varsayımının ihlal edildiği yapılar için ise p değerinin hesaplanmasında kullanılan serbestlik derecelerinde düzeltmeler yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Analizlerin sonuçlarına göre küresellik varsayımının çoğunlukla ihlal edildiği düşünüldüğünden küresellik testi sonuçları göz önüne alınmadan tüm yapılar ve toplam puanlar için Greenhouse-Geisser sonuçları bulgular kısmında rapor edilmiştir.

3.5.4.2 Nitel Verilerin İşlenmesi ve Çözümlemesi

Araştırmada verilerin düzenlenmesine başlanmadan önce biyoloji öğretmen adayları ile yapılan ön ve son görüşmelerin ses kayıtları birebir yazıya aktarılmış, öğretmen adaylarının uygulamalar sırasında oluşturdukları içerik gösterimleri ve yansıtıcı günlükler taranarak bilgisayar ortamına aktarılıp düzenlenmiştir.

Görüşmelerden elde edilen nitel verilerin analizleri, araştırma problemlerine paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple içerik analizi, betimsel analiz ve tematik kodlama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen veriler nitel veri analizine uygun olarak betimsel analiz için çerçeve oluşturma, tematik çerçeveye göre verileri işleme, bulguları tanımlama ve bulguları yorumlama (Yıldırım & Şimşek, 2008) adımları izlenerek yapılmıştır. Araştırmanın ikinci problemine yanıt vermek için biyoloji öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin belirlenmesinde Schneider ve Plasman (2011) tarafından tanımlanan “Fen Öğretmenlerinin Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) Boyutları ve Kategorileri” kullanılmıştır. Tablo 3.6’ da bu doktora tezinin araştırma problemleri çerçevesinde adapte edilen boyutlar ve kategoriler gösterilmektedir.

Tablo 3.6: Fen öğretmenlerinin Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) boyutları ve kategorileri (Schneider ve Plasman'dan (2011) adapte edilmiştir)

Fen öğretmenleri PAB bileşenleri	Her bir PAB bileşeni için kategoriler
Fenle ilgili öğrencilerin kavrayışları/ öğrenci bilgisi	<p>Öğretmenlerin;</p> <ul style="list-style-type: none"> -öğrencilerin fenle ilgili <i>başlangıçtaki</i> fikirleri ve deneyimleri (kavram yanılgılarını içeren) -fenle ilgili fikirlerin <i>gelişimi</i> (süreç ve dizilim) -öğrencilerin fikirlerini nasıl <i>ifade ettiği</i> (anladığını nasıl gösteriyor, sorular ve yanıtlar) -öğrenciler için <i>zor</i> olan fen fikirleri -fen kavrayışının uygun <i>düzeyi</i> ile ilgili düşünceleri.
Fen öğretim stratejileri	<p>Öğretmenlerin;</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>sorgulama</i> stratejileri (örn. Sorular ve nasıl kullanıldığını, fenin nasıl geliştiğini ve öğrenci düşüncelerinin nasıl desteklendiğini içeren) -fen <i>olguları</i> stratejileri (örn. Gösterimler veya tahmin et-gözle-açıkla ve nasıl kullanıldığını, fenin nasıl betimlendiğini ve öğrenci düşüncelerinin nasıl desteklendiğini içeren) -fende <i>söylem</i> stratejileri (örn. Argüman, yazma, sunma veya konferans ve nasıl kullanıldığını, fenin nasıl betimlendiğini ve öğrenci düşüncelerinin nasıl desteklendiğini içeren) -genel <i>öğrenci merkezli</i> stratejiler (öğretmen merkezliyle karşı) nasıl ve ne zaman kullanılacağını, fenin nasıl yansıtıldığı ve öğrenci ihtiyaçları ve düşünceleri ile eşleşmesi ile ilgili düşünceleri
Fen öğretim programı	<p>Öğretmenlerin;</p> <ul style="list-style-type: none"> -fenin <i>kapsamı</i> (fen konularının önemi ve fenin neden bilmeye ve öğretmeye değer olduğu) -fen konularının <i>dizilimi</i> (fen konularının öğrenme için organize edilmesi) -fen için erişilebilir öğretim programı ile ilgili <i>kaynaklar</i>
Öğrencilerin fen öğrenmesinin değerlendirilmesi	<p>Öğretmenlerin;</p> <ul style="list-style-type: none"> -öğrencilerin fenle ilgili düşüncelerini değerlendirme <i>stratejileri</i> -fen değerlendirmelerinin nasıl ve ne zaman <i>kullanılacağı</i> ile ilgili düşünceleri

4. BULGULAR ve YORUMLAR

4.1 Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli İçerik Bilgilerine ait Bulgular

Bu bölümde araştırmanın birinci problemi olan ‘Biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü (BDTD) etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgileri ne düzeydedir?’ problemine yanıt aramak amacıyla ÖPD-MG2’nin birinci ön test, ikinci ön test ve son test olarak uygulanması sonucu elde edilen bulgular sunulmaktadır.

4.1.1 ÖPD-MG2’den Alınan Toplam Puanlara İlişkin Bulgular

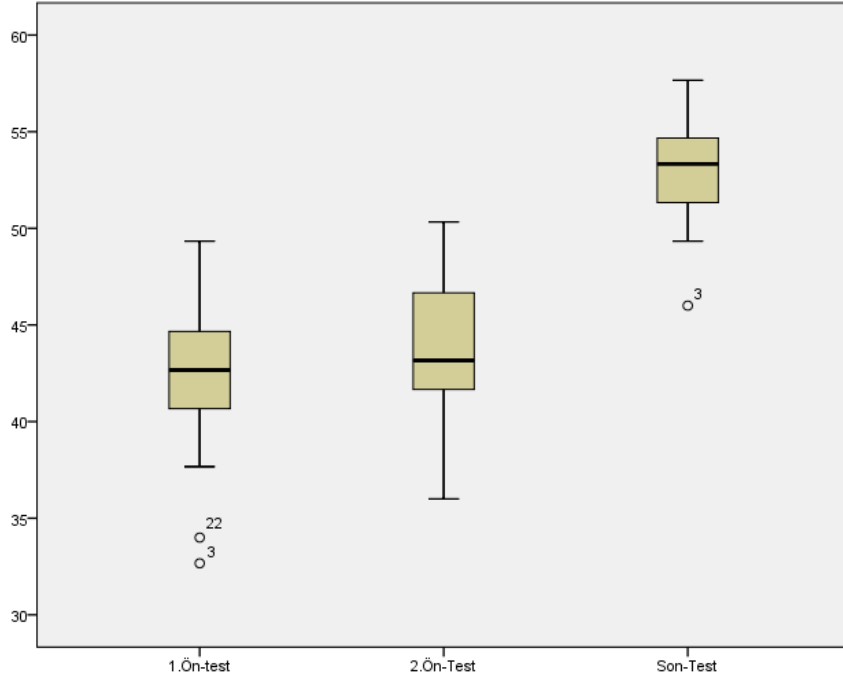
ÖPD-MG2’de bulunan 34 maddeden bazı yapılarda 4, bazılarında 5, bazılarında ise 6 puanlama seviyesi bulunduğundan alınabilecek en yüksek ortalama puan 64’tür. Tablo 4.35’te son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) ÖPD-MG2’den aldıkları puanların 1.Ön-test, 2.Ön-Test ve son testteki dağılımları görülmektedir.

Tablo 4.1: ÖPD-MG2’den alınan ortalama puanların testlere dağılımı

Puan aralığı	1.Ön-test (f)	2.Ön-test (f)	Son-test (f)
30-34	2	-	-
35-39	4	3	-
40-44	15	12	-
45-49	6	10	2
50-54	-	1	19
55-59	-	-	6
60-64	-	-	-
TOPLAM	26	26	26

Tablo 4.1 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ÖPD-MG2’den aldıkları ortalama puanların 1. ve 2. Ön testlerde çoğunlukla 40-49 puan aralığında, son testte ise çoğunlukla 50-59 puan aralığında olduğu görülmektedir. Ayrıca hiçbir testte tüm maddelere doğru cevap veren bir biyoloji öğretmen adayı

olmamıştır. Şekil 4.1’de ise son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ÖPD-MG2’den aldıkları toplam puanlara ait kutu grafiği gösterilmektedir.



Şekil 4.1: ÖPD-MG2’den alınan toplam puanlara ilişkin kutu grafiği

Şekil 4.1 incelendiğinde araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ÖPD-MG2’den aldıkları toplam puanların 2.ön-test ve son test arasında bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu bulgulardan hareketle biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerinde bir etkisi olmuştur denebilir. Bu etkinin modern genetik öğrenme progresyonu yapıları temelinde istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için ise her bir yapı ayrı ayrı ele alınarak analiz edilmiştir.

4.1.2 ÖPD-MG2’de Bulunan 12 Yapıya Ait Maddelere İlişkin Bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ÖPD-MG2’nin 12 yapısından elde ettikleri ortalama puanlar ve toplam puanlar tekrarlı ölçümler için ANOVA istatistikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan analizlerde elde edilen

Mauchly'nin küresellik testi sonuçları A, F, G2 ve H yapıları için istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > .05$) yani küresellik varsayımı ihlal edilmemiştir. Diğer yapılar (B, C1, C2, D, E, F, G1, I ve J) ve ÖPD-MG2'den elde edilen toplam puanlar için ise test sonuçları istatistiksel olarak anlamlı olduğundan ($p < .05$) küresellik varsayımı ihlal edilmiştir. Küresellik varsayımının sağlanmış olması durumunda tekrarlı ölçümler için ANOVA etkilenmemiştir ve testte düzeltme yapmaya gerek yoktur. Ancak, küresellik varsayımının ihlal edildiği yapılar için bu sonuçlar etkilenmiştir. Bu sebeple de p değerinin hesaplanmasında kullanılan serbestlik derecelerinde düzeltmeler yapılması gerekmektedir. Bu düzeltmeye Epsilon (ϵ) adı verilmektedir. Düzeltmeleri tahmin etmek için Greenhouse-Geisser, Huyn-Feldt ve Lower Bound denen tahmin etme yöntemleri bulunmaktadır ve pratikte bunların ilk ikisi kullanılmaktadır. Bu tahminlerin değeri ne kadar düşüğe küresellik ihlali o kadar büyüktü (yani 1 değeri mükemmel küreselliği göstermektedir). Ancak Weinfurt'a (2000) göre küresellik varsayımının ihlal edilmesi zor değildir. Ayrıca Mauchly'nin küresellik testi küçük örneklerde sapmaları tespit etmede sıklıkla başarısız olduğundan zayıf bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Kesselman vd., 1980). Bu sebeple Maxwell ve Delaney (2004) düzenlenmemiş testin hiç kullanılmamasını ve düzeltilmiş Greenhouse-Geisser sonuçlarının yorumlanmasını önermektedir. Bu öneri dikkate alınarak yapılan analizlerin sonuçlarına göre küresellik varsayımının çoğunlukla ihlal edildiği düşünüldüğünden küresellik testi sonuçları göz önüne alınmadan tüm yapılar ve toplam puanlar için Greenhouse-Geisser sonuçları rapor edilecektir.

4.1.2.1 A yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ($N=26$) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan A yapısından aldıkları ortalama puanları zaman değişkenine (1.Ön-test, 2.Ön-test, Son test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2'de bulunan ilgili maddelere verdikleri puanların ortalamaları hesaplanmıştır Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun A yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiki değerler Tablo 4.2'de görülmektedir.

Tablo 4.2: A yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
A: 1. Ön-test	4.54	.90	26
A: 2. Ön-test	4.77	.71	26
A: Son test	5.96	.20	26

Tablo 4.2 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında A yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda bir artış trendi olduğu görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının A yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten (M=4.54, SS=0.90), ikinci ön teste (M=4.77, SS= 0.71) ve son teste (M= 5.96, SS=0.20) doğru artış göstermektedir. ÖPD-MG2'nin A yapısında modern genetik ile ilgili olarak belirlenen kavramlardan gen, DNA, kromozom, nükleotid/baz, hücre, genom olmak üzere 6 kavrama ilişkin bilgiye ait maddeler bulunduğundan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1. ve 2. Ön testte ortalama 4-5 kavram arasındaki ilişkiyi, son testte ise hemen hemen tüm kavramlar arasındaki ilişkileri doğru bir şekilde işaretledikleri söylenebilir. Bu durum biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetikte temel kavramlar olarak nitelendirilen 6 kavram arasındaki ilişkiyi ifade edebildiklerine işaret etmektedir.

Tablo 4.3'te ise A yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.3: A yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	30.333	1.821	16.661	39.912	.001	.615
Hata	19.000	45.516	.417			

Tablo 4.3 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının A yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.821, 45.516) = 39.912, p=0.001 < .05, \text{kısmi } \eta^2 = .615$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.4'te görülmektedir.

Tablo 4.4: Çoklu karşılaştırmaları için post hoc testi sonuçları (A yapısı)

Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
I	J			
1. Ön-test	2.Ön-test	-.231	.169	.555
	Son test	-1.423	.194	.001
2.Ön-test	1. Ön-test	.231	.169	.555
	Son test	-1.192	.147	.001
Son test	1. Ön-test	1.423	.194	.001
	2.Ön-test	1.192	.147	.001

Tablo 4.4 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının A yapısından aldıkları toplam puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1.ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği ($M=-0.23$, %95GA [-0.66, 0.20], $p=.555 > .05$) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2.ön-test ve son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği ($M=-.1.19$, %95GA [-1.57, -0.81, $p=.001 < .05$) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan A yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.2 B yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ($N=26$) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan B yapısından aldıkları ortalama puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun B yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiki değerler Tablo 4.5’de görülmektedir.

Tablo 4.5: B yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
B: 1. Ön-test	4.06	1.07	26
B: 2. Ön-test	4.20	1.18	26
B: Son test	5.04	0.96	26

Tablo 4.5 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında B yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda bir

artış trendi olduğu görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının B yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten (M=4.06, SS=1.07), ikinci ön teste (M=4.20, SS= 1.18) ve son teste (M= 5.04, SS=0.96) doğru artış göstermektedir. Genlerin proteinler için bilgi kaynağı olup olmadığına ilişkin bilgiye işaret eden B yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 6 seviye bulunduğundan, son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1.ön testte ve 2. Ön testte ortalama olarak 4. Seviyede oldukları yani genlerin hücre elemanları için kodlama yaptığını düşündükleri, Son testte ise ortalama olarak genlerin proteinler için kodlama yaptığını ifade eden 5. Seviyede oldukları söylenebilir. Bu durum etkinlikler sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının genlerin proteinler için kodlama yaptıklarını anlamalarına karşın genlerin proteinlere dönüştürülmesinin doğasını tam olarak kavrayamadıklarına yani 6.seviyeye çıkamadıklarına işaret etmektedir.Tablo 4.6’da ise B yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.6: B yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi eta-kare
Zaman	14.419	1.555	9.271	10.435	.001	.294
Hata	34.544	38.881	.888			

Tablo 4.6 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının B yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.555, 38.881) = 10.435, p=0.001 < .05, \text{kısmi } \eta^2 = .294$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.7’de görülmektedir.

Tablo 4.7: Çoklu karşılaştırmaları için post hoc testi sonuçları (B yapısı)

Karşılaştırma	Ortalama farkı		Standart hata	p
	I	J		
1. Ön-test	2.Ön-test	-.141	.278	1.000
	Son test	-.974	.232	.001
2.Ön-test	1. Ön-test	.141	.278	1.000
	Son test	-.833	.168	.001
Son test	1. Ön-test	.974	.232	.001
	2.Ön-test	.833	.168	.001

Tablo 4.7 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının B yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği (M= -0.14, %95GA [-0.85, 0.57], p=1.000 > .05) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği (M= -0.83, %95GA [-1.26, -0.40], p=.001 < .05) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan B yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.3 C1 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan C1 yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun C1 yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistikî değerler Tablo 4.8’de görülmektedir.

Tablo 4.8: C1 yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
C1: 1. Ön-test	4.26	0.45	26
C1: 2. Ön-test	4.44	0.51	26
C1: Son test	4.68	0.36	26

Tablo 4.8 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında C1 yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda artış görülse de bu artışın çok büyük olmadığı görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının B yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten (M=4.26, SS=0.45), ikinci ön teste (M=4.44, SS= 0.51) ve son teste (M= 4.68, SS=0.36) doğru artış göstermektedir. Proteinlerin yapısı ve işlevlerine ilişkin bilgiye işaret eden C1 yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 5 seviye bulunduğundan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1. Ön-testte ve 2.

Ön-testte ortalama olarak 4. Seviyede, yani proteinlerin işlevlerinin proteinin yapısı ile olan bağlantısını anlama seviyesinde bulunduğunu, Son-testte ise 5. ve en üst seviye olan proteinlerin yapısı ve işlevlerinin proteinin yapısında bulunan aminoasitlere bağlı olduğunu anlama seviyesine yaklaştığı söylenebilir. Tablo 4.9'da ise C1 yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.9: C1 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	2.345	1.536	1.526	9.973	.001	.285
Hata	5.877	38.402	.153			

Tablo 4.9 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının C1 yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.536, 38.402) = 9.973$, $p = 0.001 < .05$, kısmi $\eta^2 = .285$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.10'da görülmektedir.

Tablo 4.10: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (C1 yapısı)

Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
I	J			
1. Ön-test	2.Ön-test	-.179	.117	.415
	Son test	-.423	.090	.001
2.Ön-test	1. Ön-test	.179	.117	.415
	Son test	-.244	.073	.008
Son test	1. Ön-test	.423	.090	.001
	2.Ön-test	.244	.073	.008

Tablo 4.10 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının C1 yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği ($M = -0.18$, %95GA [-0.48, 0.12], $p = .415 > .05$) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği ($M = -0.24$, %95GA [-0.43, -0.56], $p = .008 < .05$) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan C1

yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.4 C2 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan C2 yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun C2 yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistikî değerler Tablo 4.11’de görülmektedir.

Tablo 4.11: C2 yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
C2: 1. Ön-test	5.06	.929	26
C2: 2. Ön-test	5.03	.866	26
C2: Son test	5.43	.602	26

Tablo 4.11 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında C1 yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda 1. Ön-test (M=5.06, SS=0.93), ve 2.Ön-test (M=5.03, SS= 0.87) arasında az da olsa bir düşüş, Son-testte (M= 5.43, SS=0.60) ise artış olduğu görülmektedir. C2 yapısı proteinlerin işlevlerinin genler ve özelliklerle ilişkisine ait bilgiye işaret etmektedir ve bu yapıda 6 seviye bulunmaktadır. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının bu yapıya ait maddelerden 1.Ön-test, 2.Ön-test ve Son testte aldıkları ortalama puanlar, 5. Seviye olan “genlerdeki değişiklikler proteinlerdeki aminoasitleri değiştirir” seviyesinde olduklarına ve etkinlikler öncesinde ve sonrasında bu seviyenin değişmediğine işaret etmektedir.

Tablo 4.12’de ise C2 yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.12: C2 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	2.573	1.249	2.060	2.403	.125	.088
Hata	26.761	31.222	.857			

Tablo 4.12 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının C2 yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.249, 31.222) = 2.403, p = 0.125 > .05, \text{kısmi } \eta^2 = .285$) anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının C2 yapısına ait alan bilgilerinde zamanla anlamlı bir farklılık olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 2. ön-test ve Son test arasında C2 yapısından aldıkları puanların ortalamalarında görülen bir artış olduğundan bu artışa biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin etkisinin olduğu söylenebilir.

4.1.2.5 D yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ($N=26$) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan D yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun D yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiksel değerler Tablo 4.13’de görülmektedir.

Tablo 4.13: D yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
D: 1. Ön-test	4.15	.229	26
D: 2. Ön-test	4.35	.271	26
D: Son test	5.26	.164	26

Tablo 4.13 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında D yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda bir artış trendi olduğu görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının B yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten ($M=4.15,$

SS=0.23), ikinci ön teste (M=4.35, SS= 0.27) ve son teste (M= 5.26, SS=0.16) doğru artış göstermektedir. D yapısı hücrelerin farklı genleri ifade ettiğine ilişkin bilgiye işaret edilmektedir ve modern genetik öğrenme progresyonunda bu yapıda 6 seviye bulunmaktadır. Son sınıf biyoloji öğretmen adayları 1. Ön-testten ve 2. Ön-testten ortalama olarak 4. Seviyede, yani farklı hücrelerin işlevlerini yerine getirebilmek için farklı proteinlere sahip olduğunu anlama seviyesinde buldukları görülmektedir. Son-testte ise 5. ve bir üst seviye olan vücut hücrelerinin aynı DNA'ya ancak farklı proteinlere sahip olduğunu anlama seviyesine çıktıklarını söylemek mümkündür. Bu durum, etkinlikler sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının vücut hücrelerinde farklı proteinleri ifade etmek için aynı DNA'nın bulunduğunu düşündüklerine yani 6. Seviyeye çıkmadıklarına ve gen ifadesi mantığını tam olarak kavrayamadıklarına işaret etmektedir. Tablo 4.14'de ise D yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.14: D yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	18.037	1.529	11.797	10.670	.001	.299
Hata	42.259	38.223	1.106			

Tablo 4.14 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının D yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.529, 38.223) = 10.670, p = .001 < .05, \text{kısmi } \eta^2 = .299$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.15'de görülmektedir.

Tablo 4.15: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (D yapısı)

	Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
	I	J			
1. Ön-test	2.Ön-test		-.192	.317	1.000
	Son test		-1.103	.229	.001
2.Ön-test	1. Ön-test		.192	.317	1.000
	Son test		-.910	.205	.001
Son test	1. Ön-test		1.103	.229	.001
	2.Ön-test		.910	.205	.001

Tablo 4.15 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının D yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği (M= -0.19, %95GA [-1.01, 0.62], p=1.000 > .05) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği (M= -.91, %95GA [-1.43, -0.38], p=.001 < .05) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan D yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.6 E yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan E yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun E yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiki değerler Tablo 4.16’da görülmektedir.

Tablo 4.16: E yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
E: 1. Ön-test	2.26	.501	26
E: 2. Ön-test	2.27	.462	26
E: Son test	2.93	.896	26

Tablo 4.16 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında E yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda son teste doğru bir artış olduğu görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının E yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten (M=2.26, SS=0.50), ikinci ön teste (M=2.27, SS= 0.46) ve son teste (M= 2,93, SS=0.87) doğru artış göstermektedir. Genetik bilgini yavrulara aktarılmasına ilişkin bilgiye işaret eden E yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 5 seviye bulunduğundan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1. Ön-testte ve 2.

Ön-testte ortalama olarak 2. Seviye, yani yavruların her bir ebeveynin DNA'sının yarısını aldığını anlama seviyesinde bulduklarını, Son-testte ise 3. ve bir üst seviyeye yaklaşarak allellerin rastgele dağıldığını anlama seviyesine çıktıklarını söylemek mümkündür. E yapısıyla ilgili olarak dikkat çekici bir diğer bulgu ise son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonunda aldıkları en düşük puanların bu seviyeye ait olmasıdır. Bu durum son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının genetik bilginin yavrulara aktarılmasında meydana gelebilecek kromozomal parça değişiminin varyasyona sebep olabileceği ve her zaman yavrulara ebeveynlerin DNA'sının yarısının geçmeyeceğini tam olarak kavrayamadıklarına işaret etmektedir.

Tablo 4.17'de ise E yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.17: E yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	7.558	1.502	5.033	9.813	.001	.282
Hata	19.256	37.543	.513			

Tablo 4.17 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının E yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.502, 37.543) = 9.813$, $p = .001 < .05$, kısmi $\eta^2 = .282$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.18'de görülmektedir.

Tablo 4.18: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (E yapısı)

I	Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
	J				
1. Ön-test	2.Ön-test		-.013	.153	1.000
	Son test		-.667	.216	.015
2.Ön-test	1. Ön-test		.013	.153	1.000
	Son test		-.654	.138	.001
Son test	1. Ön-test		.667	.216	.015
	2.Ön-test		.654	.138	.001

Tablo 4.18 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının E yapısından aldıkları

ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği (M= -0.13, %95GA [-0.40, 0.38], p=1.000 > .05) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği (M= -0.65, %95GA [-1.00, -0.30], p=.001 < .05) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan E yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.7 F yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan F yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun F yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiki değerler Tablo 4.19’da görülmektedir.

Tablo 4.19: F yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
F: 1. Ön-test	3.24	.458	26
F: 2. Ön-test	3.10	.556	26
F: Son test	3.42	.554	26

Tablo 4.19 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında F yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda 1.ön-test (M=3.24, SS=0.46), ve 2.ön-test teste (M=2.27, SS= 0.46) arasında küçük bir düşüş ve son testte (M= 2,93, SS=0.87) ise bir artış olduğu görülmektedir. Genler ve özellikler arasındaki korelasyon örüntülerine ilişkin bilgiye işaret eden F yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 5 seviye bulunduğu son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1. Ön-testte, 2. Ön-testte ve son testte ortalama olarak 3. Seviye, yani organizmaların ebeveyn başına bir allel aldığını ve özelliklerin tahmin edilebilir olduğunu düşünme seviyesinde buldukları söylenebilir. Bu durum son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının

etkinlikler sonrasında ortalama puanlarında bir yükselme olsa da dominant ve resesif ilişkilerin protein etkileşimleri ile açıklanabildiğini tam olarak kavrayamadıklarına işaret etmektedir. Tablo 4.20’de ise F yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.20: F yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	1.342	1.741	.771	2.798	.071	.101
Hata	11.991	43.514	.276			

Tablo 4.20 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının F yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.741, 43.514) = 2.798, p = .071 > .05, \text{kısmi } \eta^2 = .101$) anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Ancak son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 2. ön-test ve Son test arasında F yapısından aldıkları puanların ortalamalarında bir artış görüldüğünden bu artışa biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin etkinliklerinin etkisinin olduğu söylenebilir. Ancak biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri sonrasında katılımcıların bu yapıya ilişkin bilgilerinde istatistiksel olarak bir fark olmaması Türkiye’de öğrencilerin dominant ve resesif ilişkileri genellikle Mendel genetiği bağlamında genellikle soyağaçları ve problem çözme aktiviteleri ile öğreniyor olmalarından kaynaklı olarak değerlendirilebilir.

4.1.2.8 G1 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ($N=26$) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan G1 yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun G1 yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiksel değerler Tablo 4.21’de görülmektedir.

Tablo 4.21: G1 yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
G1: 1. Ön-test	2.55	1.333	26
G1: 2. Ön-test	2.91	1.450	26
G1: Son test	4.14	1.029	26

Tablo 4.21 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında G1 yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda son teste doğru bir artış trendi olduğu görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının G1 yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten (M=2.55, SS=1.33), ikinci ön teste (M=2.91, SS= 1.45) ve son teste (M= 4.14, SS=1.03) doğru artış göstermektedir. DNA'nın tür içinde ve türler arasında varyasyon gösterdiğine ilişkin bilgiye işaret eden G1 yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 6 seviye bulunduğundan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1. Ön-testte ve 2. Ön-testte ortalama olarak 3. Seviye, yani organizmaların tür içinde bile farklı DNA'ya sahip olacağını anlama seviyesinde bulduklarını, Son-testte ise 4. ve bir üst seviyeye çıkarak tür içindeki organizmaların aynı DNA'ya veya farklı DNA'lara sahip olabileceğini anlama seviyesinde bulduklarını söylemek mümkündür. Bu durum son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında DNA'nın tür içinde ve türler arasında farklılık gösterdiğini anlamalarına karşın DNA'nın en korunumlu olduğu durumun tür içinde olduğunu ve gen ürününün önemini göz ardı ettiklerini genel olarak kavrayamadıklarına işaret etmektedir.

Tablo 4.22'de ise G1 yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.22: G1 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	36.148	1.627	22.213	22.677	.001	.476
Hata	39.582	40.683	.980			

Tablo 4.22 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının G1 yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.627, 40.683) = 22.677, p = .001 < .05, \text{ kısmi } \eta^2 = .476$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman

dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.23’de görülmektedir.

Tablo 4.23: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (G1 yapısı)

Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
I	J			
1. Ön-test	2.Ön-test	-.359	.292	.693
	Son test	-1.590	.252	.001
2.Ön-test	1. Ön-test	.359	.292	.693
	Son test	-1.231	.187	.001
Son test	1. Ön-test	1.590	.252	.001
	2.Ön-test	1.231	.187	.001

Tablo 4.23 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının G1 yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği ($M = -.36$, %95GA [-1.11, 0.39], $p = .693 > .05$) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği ($M = -1.23$, %95GA [-1.70, -0.75], $p = .001 < .05$) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan G1 yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.9 G2 yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ($N=26$) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan G2 yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun G2 yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistikî değerler Tablo 4.24’te görülmektedir.

Tablo 4.24: G2 yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
G2: 1. Ön-test	2.40	1.135	26
G2: 2. Ön-test	2.73	0.879	26
G2: Son test	3.91	1.172	26

Tablo 4.24 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında G2 yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda son teste doğru bir artış trendi olduğu görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının G2 yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten (M=2.40, SS=1.13), ikinci ön teste (M=2.73, SS= 0.88) ve son teste (M= 3.91, SS=1.17) doğru artış göstermektedir. Genetik bilgideki değişimlerin varyasyonun artmasıyla sonuçlandığına ve evrimi tetiklediğine ilişkin bilgiye işaret eden G2 yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 6 seviye bulunduğundan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1. Ön-testte 2. Ön-testte ortalama olarak 3. Seviye, yani bir organizmada meydana gelebilecek değişikliklerin faydalı veya zararlı olabileceğini düşünme seviyesinde bulduklarını, Son-testte ise 4. ve bir üst seviyeye çıkarak DNA’da meydana gelebilecek değişikliklerin faydalı, nötr veya zararlı olabileceğini ve proteinlerin yapısını/işlevini değiştirebileceğini anlama seviyesinde bulduklarını söylemek mümkündür. Bu durum son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında DNA’na değişikliklerinin doğasını anlamalarına karşın genetik varyasyon ve evrim ile ilişkisini tam olarak kavrayamadıklarına işaret etmektedir.

Tablo 4.25’te ise G2 yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.25: G2 yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	32.855	1.771	18.547	21.722	.001	.465
Hata	37.812	44.287	.854			

Tablo 4.25 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının G2 yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.771, 44.287) = 21.722, p = .001 < .05, \text{ kısmi } \eta^2 = .465$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.26’da görülmektedir.

Tablo 4.26: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (G2 yapısı)

Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
I	J			
1. Ön-test	2.Ön-test	-.333	.272	.694
	Son test	-1.513	.250	.001
2.Ön-test	1. Ön-test	.333	.272	.694
	Son test	-1.179	.196	.001
Son test	1. Ön-test	1.513	.250	.001
	2.Ön-test	1.179	.196	.001

Tablo 4.26 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının G2 yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği ($M = -.33$, %95GA [-1.03, 0.36], $p = .694 > .05$) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği ($M = -1.18$, %95GA [-1.68, -0.68], $p = .001 < .05$) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan G2 yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.10 H yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ($N=26$) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan H yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun H yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiki değerler Tablo 4.27’de görülmektedir.

Tablo 4.27: H yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
H: 1. Ön-test	4.33	1.135	26
H: 2. Ön-test	4.74	1.109	26
H: Son test	5.60	0.549	26

Tablo 4.27 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında H yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda

son teste doğru bir artış trendi olduğu görülmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının H yapısına ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar 1. Ön-testten (M=4.33, SS=1.13), ikinci ön teste (M=4.74, SS= 1.11) ve son teste (M= 5.60, SS=0.55) doğru artış göstermektedir. Genetik bilgi ve çevrenin etkileşimine ilişkin bilgiye işaret eden H yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 6 seviye bulunmaktadır. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının bu yapıya ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar incelendiğinde 1. Ön-testte 4. Seviye olan çevrenin hücrede birtakım değişikliklere ve mutasyonlara neden olabileceğini düşünme, Son-testte ise ortalama olarak en üst seviye olan 6. Seviye, yani çevrenin genleri ve dolayısıyla proteinleri değiştirebileceğini anlama seviyesine yaklaştıkları görülmektedir. Bu durum son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında çevre-gen-protein ilişkisini doğru bir şekilde kavramaya başladıklarına işaret etmektedir. Tablo 4.28’de ise H yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.28: H yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	21.815	1.861	11.724	21.126	.001	.458
Hata	25.815	46.516	.555			

Tablo 4.28 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının H yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.861, 46.516) = 21.126, p = .001 < .05, \text{kısmi } \eta^2 = .458$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.29’da görülmektedir.

Tablo 4.29: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (Hyapısı)

Karşılaştırma	Ortalama farkı		Standart hata	p	
	I	J			(I-J)
1. Ön-test	2.Ön-test		-.410	.197	.142
	Son test		-1.269	.223	.001
2.Ön-test	1. Ön-test		.410	.197	.142
	Son test		-.859	.176	.001
Son test	1. Ön-test		1.269	.223	.001
	2.Ön-test		.859	.176	.001

Tablo 4.29 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının H yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği ($M = -.41$, %95GA [-0.91, 0.95], $p = .142 > .05$) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği ($M = -.86$, %95GA [-1.31, -0.41], $p = .001 < .05$) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan H yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.11 I yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ($N=26$) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan I yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun I yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiki değerler Tablo 4.30’da görülmektedir.

Tablo 4.30: I yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
I: 1. Ön-test	2.82	.870	26
I: 2. Ön-test	2.58	.715	26
I: Son test	3.19	.526	26

Tablo 4.30 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında I yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda 1. Ön-test ($M=2.82$, $SS=0.87$) ve 2. Ön test ($M=2.58$, $SS= 0.71$) arasında bir düşüş ve son testte ($M= 3.19$, $SS=0.53$) ise bir artış olduğu görülmektedir. I yapısı mutasyonların aktarılmasına ilişkin bilgiye işaret eden etmektedir ve bu yapıda modern genetik öğrenme progresyonunda 4 seviye bulunmaktadır. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının bu yapıya ait maddelerden aldıkları ortalama puanlar incelendiğinde, 1. Ön-testte ve 2. ön-testte 3. Seviye olan sadece

gametlerdeki mutasyonların yavrulara aktarabileceğini düşünme seviyesine yakın oldukları, Son testte ise bunu tam olarak kavradıkları söylenebilir. Diğer bir deyişle etkinlikler sonrasında katılımcıların seviyelerinde bir artış olsa da en üst seviye olan 4. Seviyeye çıkamadıkları görülmektedir. Tablo 4.31’de ise I yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.31: I yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	4.994	1.473	2.497	5.308	.016	.175
Hata	23.524	36.817	.639			

Tablo 4.31 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının I yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.473, 36.817) = 5.308$, $p = .016 < .05$, kısmi $\eta^2 = .175$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.32’de görülmektedir.

Tablo 4.32: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (I yapısı)

Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
I	J			
1. Ön-test	2.Ön-test	.244	.220	.836
	Son test	-.372	.213	.282
2.Ön-test	1. Ön-test	-.244	.220	.836
	Son test	-.615	.121	.001
Son test	1. Ön-test	.372	.213	.282
	2.Ön-test	.615	.121	.001

Tablo 4.32 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının I yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği ($M = 0.24$, %95GA [-0.32, 0.80], $p = .836 > .05$) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği ($M = -.61$, %95GA [-0.92, -0.30], $p = .001 < .05$) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen

adaylarının I yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.1.2.12 J yapısına ait maddelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) modern genetik öğrenme progresyonunun yapılarından biri olan J yapısından aldıkları puanları zaman değişkenine (1. Ön-test, 2. Ön-test, Son-test) göre incelemek amacıyla öncelikle ÖPD-MG2’de bulunan ilgili maddelere verdikleri yanıtlardan aldıkları puanların ortalamaları hesaplanmıştır. Bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alınan modern genetik öğrenme progresyonunun J yapısında zaman değişkeninin farklı düzeyleri için elde edilen istatistiki değerler Tablo 4.33’de görülmektedir.

Tablo 4.33: J yapısına ait betimleyici istatistikler

	Ortalama	Standart Sapma	N
J: 1. Ön-test	2.55	.771	26
J: 2. Ön-test	2.82	.694	26
J: Son test	3.41	.527	26

Tablo 4.33 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının birbirini takip eden üç zaman noktasında I yapısından elde ettikleri ortalama puanlarda 1. Ön-test (M=2.55, SS=0.77) ve 2. Ön test (M=2.82, SS= 0.69) arasında küçük bir artış, son testte (M= 3.41, SS=0.53) ise daha büyük bir artış olduğu görülmektedir. Gen ifadesinin düzenlenmesine ilişkin bilgiye işaret eden J yapısında modern genetik öğrenme progresyonunda 4 seviye bulunduğundan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının 1. Ön-testte ve 2. ön-testte 3. Seviye olan gen ifadesinin sadece yaşamın önemli safhalarında aktif veya pasif olabileceğini düşünmeye yakın oldukları, Son testte ise gen ifadesinin bir canlının tüm yaşamı boyunca doğumdan sonra herhangi bir zamanda değişebileceğini anlamaya başladıkları söylenebilir.

Tablo 4.34’de ise J yapısından alınan puanlara ait Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılan tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.34: J yapısından alınan puanlar için tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi etakare
Zaman	10.037	1.371	7.323	15.867	.001	.388
Hata	15.815	34.265	.462			

Tablo 4.34 incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının J yapısına ilişkin alan bilgilerinde üç farklı zamanda istatistiksel olarak ($F(1.371, 34.265) = 15.867, p = .001 < .05, \text{kısmi } \eta^2 = .388$) anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak görülen anlamlı farklılığın hangi zaman dilimlerinde meydana geldiğine ilişkin kestirim yapmayı sağlayan Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc testi sonuçları ise Tablo 4.35'te görülmektedir.

Tablo 4.35: Çoklu karşılaştırmalar için post hoc testi sonuçları (J yapısı)

	Karşılaştırma		Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	p
	I	J			
1. Ön-test	2.Ön-test		-.269	.191	.515
	Son test		-.859	.167	.001
2.Ön-test	1. Ön-test		.269	.191	.515
	Son test		-.590	.093	.001
Son test	1. Ön-test		.859	.167	.001
	2.Ön-test		.590	.093	.001

Tablo 4.35 incelendiğinde Bonferroni düzeltmesi yapılmış post hoc analizlerine göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının J yapısından aldıkları ortalama puanların herhangi bir müdahale yapılmayan 1. ön-test ve 2. Ön-test arasında anlamlı bir fark göstermediği ($M = -0.27, \%95GA [-0.76, 0.22], p = .515 > .05$) ancak biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirildiği 2. Ön-test ve Son test arasında anlamlı bir fark gösterdiği ($M = -.59, \%95GA [-0.82, -0.35], p = .001 < .05$) görülmektedir. Bu sonuçlar son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından biri olan J yapısına ilişkin alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri ile anlamlı bir şekilde arttığını destekler niteliktedir.

4.2 Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli Pedagojik Alan Bilgilerine ait Bulgular

Bu bölümde bu doktora tezinin ikinci araştırma problemi olan “Biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü (BDTD) etkinliklerinin son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli pedagojik alan bilgileri nasıldır?” problemi ile ilgili biyoloji öğretmen adaylarından elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Bu doğrultuda elde edilen bulgular ikinci araştırma probleminin alt problemlerinin her birinin ayrı ayrı incelenmesi ile sunulmaktadır.

4.2.1 Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli Öğretim Programı Bilgilerine Ait Bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarıyla yapılan ön ve son görüşmeler ve öğretmen adaylarının etkinlikler süresince oluşturdukları alan gösterimlerinin analizinden elde edilen bulgular “BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonunda yer alan konulara ilişkin öğretim programı bilgileri nasıldır?” sorusuna yanıt aramak üzere sunulmaktadır. Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularına ilişkin öğretim programı bilgisine yönelik bulgular modern genetiğin kapsamı, modern genetik konularının dizilimi, modern genetik konuları için erişilebilir öğretim programı kaynakları bağlamında incelenmektedir.

4.2.1.1 Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğin kapsamı ile ilgili bilgi düzeyleri ile ilgili bulgular

4.2.1.1.1 Modern genetiğin kapsamı ile ilgili bilgi düzeylerine ilişkin ön görüşmelerden elde edilen bulgular

Modern genetik konularının dizilimi ile bilgilerini belirlemek amacıyla biyoloji öğretmen adaylarına ilk olarak uygulamada olan ulusal lise biyoloji dersi

öğretim programına yönelik “Türkiye lise (9-12. sınıflar) biyoloji dersi öğretim programında modern genetik kapsamında bulunabilecek konuların hangi sınıf düzeylerinde olduğunu biliyor musun?” sorusu sorulmuştur. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplarla oluşturulan temalar, alt temalar ve frekanslar Tablo 4.36’da gösterilmektedir.

Tablo 4.36: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgi düzeyleri

Kategori	Temalar	Alt temalar	f (N=26)
Modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin ön bilgi	Bilgisi yok	Bilgi kaynağı yok	3
		Tahmin	4
	Kısmen bilgisi var	Kendi deneyimleri	5
		Öğretmenlik deneyimi	Uygulaması 12
		Bilgisi var	Öğretim programının kendisi 2

Tablo 4.36’da görüldüğü gibi modern genetik konularının öğretim programındaki yeri ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar üç tema altında toplanmıştır. İlk tema olarak belirlenen “bilgisi yok” ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarından birinin örnek ifadesi şöyledir:

“Öğretim programını pek bilmiyorum açıkçası staj okulunda da sadece 10. sınıfları takip ettiğim için o konular daha işlenmedi. Daha önce öğretim programını inceleme fırsatım da hiç olmadı. Kendi lise deneyimlerimi de düşününce sadece evrim konusu işlenirken genetik bağlantısı kurularak anlatılmıştı diye hatırlıyorum. Hangi konuları hangi sınıfta öğrendiğimizi hatırlamıyorum.” (BÖA15)

İkinci tema olarak belirlenen “kısmen bilgisi var” ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adayları öğretim programı ile ilgili bilgilerinin tahmini fikirlerinden, kendi lise deneyimlerinden, öğretmenlik uygulaması derslerinde yaptıkları sınıf gözlemlerinden geldiğini ancak kesin bir bilgileri olmadığını ifade etmişlerdir. Bu temayla ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarının örnek ifadeleri şöyledir:

“Lisede modern genetik ile ilgili kalıtımın mendel genetiği var. Çaprazlamalar...Basit ama çaprazlamalar. [sesli düşünüyor] 9. sınıfta var mıydı? Yok, 9. sınıfta genetik yok hücre ve yaşamın temel bileşenleri var. [sesli düşünüyor] Kaçta? 10 ve 11’de olması gerekiyor temelde...Öyle hatırlıyorum ama sadece tahmini...” (BÖA16)

“Benim bu soruya cevabım yetersiz olabilir çünkü ben sağlık meslek lisesine gittim, biz iki yıl biyoloji dersi görmüştük. 9. ve 10. sınıfta genetik ve kalıtımla ilgili konular vardı, 9. Sınıfta temel biyoloji vardı. Şu an benim staj yaptığım okulda da 9. Sınıflarda bu konuların işlendiğini görmedim. 11.sınıfları gözlemledim orada da fotosentez ve solunum konuları vardı şimdiye kadar. 10. Sınıfta ve 12. Sınıfta olabilir kalıtım ve genetik konuları...” (BÖA25)

“Kalıtımın şu anda 10. sınıflarda olması lazım çünkü staj okulunda gözlemlediğim kadarıyla o konuları işliyorlar, üreme konusu da 10. sınıfta, bir önceki konuydu çünkü... Evrim konuları sanırım son sınıftaydı hatırladığım kadarıyla çünkü Darwin’in görüşleri falan ordaydı... temelde 10. ve 12. Sınıfta diyebilirim.” (BÖA19)

Üçüncü tema ise “bilgisi var” olarak belirlenmiştir. Bu tema ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adayları öğretim programı ile ilgili bilgilerinin öğretim programının kendisini inceleme fırsatı bulduklarından, yani biyoloji öğretim programının kendisinden geldiğini ifade etmişlerdir. Bu temayla ilgili biyoloji öğretmen adaylarından birinin ifadesi aşağıdaki gibidir:

“Öğretim programını incelemiştim ben daha önce. 9. sınıfta canlıların temel bileşiklerinden giriyorlar orda tam olarak temelini atıyorlar bu konuların diyeyim, 10. sınıfta da neler var mayoz mitoz bölünme ve döllenme olayı var ilk konular olarak partonegeneze kadar girebiliyorlar daha sonra da kalıtım başlıyor ama daha çok gündelik hayatta kullanabilecekleri çok akademik olmayan bilgiler öğretiliyor lisede. 12. sınıfta da protein sentezi var. Daha çok burada ne derler eğitimciler ayanilik ilkesi gündelik hayatta kullanabileceği bilgilere yönelik eğitim veriliyor.” (BÖA23)

Modern genetik konularının öğretim programındaki yeri ile ilgili olarak verilen biyoloji öğretmen adaylarının ifadeleri ve aynı doğrultularda olan diğer ifadeler göz önüne alındığında öğretmenlik uygulaması dersinin öğretmen adaylarının okullarda gözleme gitme fırsatı elde edip öğretim programına yönelik farkındalıklarının artmasında önemli bir etken olduğu görülmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının sadece ikisinin kendi merakları doğrultusunda biyoloji dersi öğretim programını incelemiş olmaları ise üniversite öğrenimleri boyunca bu konularla ilgili aldıkları derslerin yetersiz olduğuna işaret etmektedir.

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamı ile ilgili etkinlikler öncesindeki bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla, ön görüşmelerde öğretmen adaylarına ikinci olarak boş bir kâğıt verilerek “9.-12. Sınıflar için modern genetik konuları için anahtar niteliğinde olduğunu düşündükleri 12 konu/kavram” yazmaları istenmiştir. 12 konu/kavram istenmesinin sebebi modern genetik öğrenme progresyonunda temelde 12 yapı olmasıdır. Biyoloji öğretmen adaylarının bazıları bu soruya ilişkin 12’den az bazıları da 12’den fazla sayıda konu/ kavram yazmışlardır. Öğretmen adaylarının bu soruya ilişkin verdikleri cevaplar modern genetik öğrenme progresyonu yapıları dikkate alınarak analiz edilerek verdikleri yanıtların yapılarla ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının ifade ettikleri ilgili konular kavramlar yapılarla eşleştirilirken konuların kapsamı ve birbirleri ile ilişkileri göz önüne alınmıştır. Tablo 4.37’de biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamına ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgi düzeyleri modern genetik öğrenme progresyonu ve ulusal lise biyoloji dersi öğretim programı bağlamında gösterilmektedir.

Tablo 4.37: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamına ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgi düzeyleri

Modern Genetik Progresyonu Yapıları	Türkiye 9-12. sınıflar Biyoloji dersi öğretim programında ilgili konular	Biyoloji öğretmen adaylarının ifade ettikleri ilgili konular/kavramlar	<i>f</i>		
A1. Genetik Bilginin Evrenselliği	9.1.3. Canlıların yapısında bulunan temel bileşikler	Nükleik Asitler (DNA-RNA)	10		
		DNA’nın yapısı	5		
	12.1.1. Nükleik Asitlerin keşfi ve önemi	Nükleotidler	2		
		Azotlu organik bazlar	1		
		Kimyasal bağlar	1		
	9.1.2. Canlıların ortak özellikleri	Canlıların ortak özellikleri	Canlıların ortak özellikleri	1	
			9.1.3. Canlıların yapısında bulunan temel bileşikler	Canlıların temel bileşenleri	3
			9.2.1. Canlılığın temel birimi hücre	Hücre ve organelleri	10
	Ribozom	1			
	Çekirdek-çekirdekçik	2			
A2. Hiyerarşik Organizasyon	12.1.2. Genetik şifre ve protein sentezi	Kromozom-DNA-gen ilişkisi	22		
	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Rekombinasyon	6		
		Genom	2		
		Lokuslar	1		
A3. Replikasyon	12.1.1. Nükleik Asitlerin keşfi ve önemi	DNA Replikasyonu	2		

B. Bilgi kaynağı olarak genler	12.1.2. Genetik şifre ve protein sentezi	Kod-kodon 1 Gen 1 Polipeptit Hipotezi	2 1	
C1. Proteinlerin işlevleri	9.1.3. Canlıların yapısında bulunan temel bileşikler	Proteinler Enzimler	5 3	
C2. Protein yapı ve işlevi	9.1.3. Canlıların yapısında bulunan temel bileşikler	Aminoasitler	4	
D. Hücreler farklı genleri ifade eder	12.1.2. Genetik şifre ve protein sentezi	Protein sentezi	7	
E. Genetik materyalin fiziksel geçişi	10.1.1 Mitoz ve Eşeysiz Üreme	Mitoz bölünme	21	
		Partenogenez	2	
		Mayoz bölünme	20	
	10.1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme	Krossing-over olayı	9	
		Homolog- Kardeş kromozom	6	
		Döllenme	3	
	10.1.1. Mitoz ve Eşeysiz Üreme	Eşeyli üreme-eşeysiz üreme		9
	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik		Mendel Kanunları	10
			Allel gen	5
Karakter kavramı			2	
Bağlı gen-bağımsız gen			1	
Genetik/kalıtsal hastalıklar			8	
Dominantlık-resesiflik			3	
Homozigot-heterozigot kavramları			2	
Kromozomlarda ayrılmama olayı			2	
Eş baskınlık			2	
Fenotip-genotip			1	
F1. Genotip-fenotip arasındaki ilişki	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Çaprazlamalar	10	
		Hesaplamalar (olasılık)	2	
		Kan grupları	2	
		Soyağaçları	1	
		Punnet karesi	1	
F2. Olasılığa bağlı örüntüler	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	-	-	
		-	-	
F3. Moleküler ve Mendel modelleri arasındaki ilişki	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	-	-	
G1. DNA tür içinde ve türler arasında çeşitlilik gösterir	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Mutasyon	16	
		Varyasyon	6	
G2. Genetik bilgideki değişim varyasyonun artmasıyla sonuçlanır ve evrimi tetikler	12.4.2. Evrim	Evrım teorisi	3	
		Adaptasyon	3	
		Doğal Seleksiyon	2	
		Populasyon genetiği	3	
H. Çevre genetik bilgi ile etkileşir	12.3.2. Populasyon ekolojisi	İnsan ve Çevre	1	
		Gen frekansı	1	
	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	İzolasyon	1	
		12.4.2. Evrim	Modifikasyonlar	4
I. Sadece gametlerdeki mutasyonlar döllere geçebilir	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	-	-	

J. Bir organizmanın yaşamı boyunca gen ifadesi değişebilir	-	-	
Diğer konular	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Kalıtımla ilgilenen bilim insanları	3
	9.1.2. Canlıların ortak özellikleri	Metabolizma	1
		Madde geçişleri	1
		Hidroliz-dehidrasyon	1
	9.2.2. Canlıların Çeşitliliği ve Sınıflandırılması	Canlıların sistematigi	1
10.1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme	Erkek-kadın üreme sistemi	1	

Tablo 4.37 incelendiğinde biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri öncesinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konuları için anahtar olarak en sık belirttiği konu/kavramların *Kromozom-DNA-gen ilişkisi* ($f=21$), *mitoz bölünme* ($f=21$), *mayoz bölünme* ($f=20$), *mutasyonlar* ($f=16$), *nükleik asitler (DNA-RNA)* ($f=10$), *hücre ve organelleri* ($f=10$), *mendel kanunları* ($f=10$) ve *çaprazlamalar* ($f=10$) olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının en sık olarak E, A1 ve A2 yapılarına ait konu veya kavramları ifade ettikleri ve F3, G1, I ve J yapıları ile doğrudan ilgili kavramları ise ifade etmedikleri söylenebilir. Öğretmen adaylarının gen ifadesi ile ilgili olan J yapısını ifade etmemeleri lise biyoloji dersi öğretim programında konuyla ilgili herhangi bir kazanımın bulunmamasına bağlanabilir.

Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konuları için anahtar niteliğinde olduğunu düşündükleri konuların/kavramların Türkiye 9-12. Sınıflar biyoloji dersi öğretim program ile ilişkisi incelendiğinde ise sıklıkla ifade edilenlerin 10. Sınıf öğretim programında bulunan “Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik” konusuna ait olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum biyoloji öğretmen adaylarının kalıtım konularını modern genetik konularının anlaşılmasında önemli gördükleri şeklinde yorumlanabilir. Ancak öğretim programında modern genetikle ilgili ünitelerde önemli olarak kavramların biyoloji öğretmen adaylarının önemli gördükleri kavramlar arasında çoğunlukla yer almadığı dikkat çekmektedir. Örneğin 12.sınıf “genden proteine” ünitesi ile ilgili biyoloji öğretim programında yer alan nükleik asit, nükleotid gibi kavramların az sayıda belirtildiği ve translasyon, transkripsiyon ve genetik şifre gibi kavramların ise hiç ifade edilmediği görülmektedir. Bu durum biyoloji öğretmen adaylarının

etkinlikler öncesinde konularla/kavramlarla ilgili sahip oldukları bilgilerin sınırlı ve yetersiz olduğuna işaret etmektedir.

4.2.1.1.2 Modern genetiğin kapsamı ile ilgili bilgi düzeylerine ilişkin alan gösterimlerinden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğin kapsamına ilişkin bilgi düzeylerine ilişkin elde edilen bulgulardan biri de etkinlikler sırasındaki oluşturdukları alan gösterimlerinden gelmektedir. İçerik gösterimleri modern genetik konularının lise düzeyinde nasıl öğretilmeyeceğine ve konuların kapsamına ve derinliğine ilişkin bilgi vermektedir. İçerik gösterimlerindeki sorulardan biri olan “Bu fikirle ilgili (öğrencilerin henüz bilmesini istemediğiniz) ne biliyorsunuz?” sorusu bu bağlamda analiz edilerek incelenmiştir. Biyoloji öğretmen adayları etkinlikler sırasında yaptıkları grup çalışmalarında toplamda dörder tane alan gösterimi oluşturdukları için bunların hepsi modern genetik kapsamında bir arada ve çalışma grubu bazında ele alınacaktır. Tablo 4.38’de grupların (N=6) oluşturdukları içerik gösterimlerinde, “bu konuya ilişkin öğrencilerin (henüz) bilmesini istemediğiniz neler biliyorsunuz?” sorusuna yönelik verdikleri ifadelerin analizinden elde edilen temalar, hangi içerik gösteriminde hangi temanın ne sıklıkta ifade edildiği ve örnek ifadeler yer almaktadır.

Tablo 4.38: Çalışma gruplarının modern genetik konularının kapsamı ve derinliğine ilişkin öğretim programı bilgileri

Temalar	İçerik Gösterimi (İ.G.) No (f)				Örnek İçerik Gösterimi ifadeleri
	1	2	3	4	
Öğrencilerin daha önceki seviyelerde/ünitelerde öğrendikleri konular/kavramlar	1	1	1	2	“DNA'nın yapısını 9.sınıfta öğrenmişlerdi. 12.sınıfta tekrar vermek sarmallıkla ilişkili olsa da çok ayrıntılı ele almaya gerek olduğunu düşünmüyoruz” (Golgi Vezikülleri)
Öğrencilerin daha sonraki seviyelerde/ünitelerde öğrenecekleri konular/kavramlar	-	-	1	-	“Mitokondri ve kloroplast DNA'larının simbiyotik yaşamdan geldiğini şimdilik bilmelerine gerek yok çünkü öğretim programında daha sonraki bir üniteye yer alıyor...” (NoName)
Başka bir dersin (örn. Fizik, biyokimya) konusu olan konular/kavramlar	1	1	1	1	“Azotlu organik bazların bağlanma şekilleri Biyokimya'nın konusu olduğu için lise öğrencilerinin bilmesine gerek olmadığını düşünüyoruz...” (Rubisco)
Biyoloji dersi öğretim programında verilmemesi vurgulanan konular/kavramlar	-	-	1	3	“Öğretim programında Helikaz ve DNA polimeraz dışındaki enzimler verilmez diye özellikle belirtilmiş...” (B12)
Biyoloji dersi öğretim programında olsa da verilmemesi gereken konular/kavramlar	2	1	-	-	“Pürinlerin ve pirimidinlerin halkasal yapıları 12.sınıf biyoloji kitabında var ama bizce lise öğrencilerinin bunu bilmesine gerek yok...” (UltrAslan)
Lise düzeyi için gereksiz/ayrıntı olan konular/kavramlar					
Öğrencilerin kafalarını karıştırabilecek konular/kavramlar	-	-	1	1	“Bu konuda geçen bütün kodonları bilmeleri öğrencilerin kafalarını karıştırabilir. O yüzden sadece başlama ve bitiş kodonlarını bilmeleri yeterli...” (NoName)
Öğretmenin işini zorlaştıracak konular/kavramlar	1	-	-	1	“Bu konuda çok sayıda yeni kavram var. Çok sayıda yeni kavram vermek öğretmekte güçlüklereden neden olabilir...” (Rubisco)
Üniversite düzeyinde öğrendikleri konular/kavramlar	4	2	1	-	“DNA'nın yarı korunumlu eşlenmesinden bahsedeceğiz ama lise öğrencilerinin DNA'nın konservatif ve dispersif replikasyon yaptığını bilmesine gerek yok çünkü biz bunları üniversitede öğrendik...” (B12)
<p>İ.G. 1 Tüm canlılarda (bazı virüsler hariç) büyüme, gelişme, işlev gösterme ve üremede kullanılan genetik talimatları taşıyan molekül DNA'dır.</p> <p>İ.G. 2 Bir hücre bölüneceği zaman DNA kendini eşler. Bu sayede genetik bilgiyi yeni hücrelere ve nesillere aktarır.</p> <p>İ.G. 3 Genetik şifre evrenseldir. En basit yapılu bakterilerden en kompleks yapılu bitkiler ve hayvanlara kadar canlılar tarafından paylaşılır.</p> <p>İ.G. 4 Genetik bilgi, protein yapısını niteleyen evrensel talimatları içerir (Bir hücrede işlev görecektüm proteinlerin kaynağı DNA'dır)</p>					

Tablo 4.38’de son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının çalışma gruplarında oluşturdukları dörder içerik gösterimi incelendiğinde “Bu fikirle ilgili (öğrencilerin henüz bilmesini istemediğiniz) ne biliyorsunuz?” sorusuna her bir içerik gösteriminde farklı şekilde yaklaştıkları görülmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının oluşturdukları ilk içerik gösterimlerinde belli bir konunun/ kavramın nasıl öğretileceğine ilişkin konuların kapsamını ve derinliğini belirlerken çoğunlukla üniversite düzeyinde öğrendikleri konulara ve kavramlara yer vermeyi tercih ettikleri görülmektedir. Bu durum etkinliklerin başlangıcında biyoloji öğretmen adaylarının konu alanı bilgileri ve öğretim programının kapsamı arasında çelişki yaşadıkları şeklinde yorumlanabilir. Çalışma gruplarının dördüncü içerik gösteriminde çoğunlukla “Biyoloji dersi öğretim programında verilmemesi vurgulanan konular/kavramlar” temasına yönelik ifadeler yöneldikleri görülmektedir. Bu durum grupların, içerik gösterimleri üzerinde çalışırken öğretim programı ve yardımcı kaynaklar ile etkileşimlerini artırdıkları, her bir konunun kapsamı ile daha yakından tanıştıkları ve öğretim programına ilişkin farkındalıklarını da artırdıkları şeklinde yorumlanabilir.

4.2.1.1.3 Modern genetiğin kapsamı ile ilgili bilgi düzeylerine ilişkin son görüşmelerden elde edilen bulgular

Biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının dizilimi ile bilgilerinin nasıl değiştiğine ilişkin yorum yapmak amacıyla son görüşmede tekrar “Türkiye lise (9-12. sınıflar) biyoloji dersi öğretim programında modern genetik kapsamında bulunabilecek konuların hangi sınıf düzeylerinde olduğunu biliyor musun?” sorusu sorulmuştur. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplarla oluşturulan temalar, alt temalar ve frekanslar Tablo 4.39’da gösterilmektedir.

Tablo 4.39: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgi düzeyleri

Kategori	Temalar	Alt temalar	f (N=26)
Modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin bilgi	Bilgisi var	Öğretmenlik Uygulaması deneyimi ve biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri	12
		Biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri	12
		Öğretim programının kendisi ve biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri	2

Tablo 4.39’da modern genetik konularının öğretim programındaki yeri ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarının tümü konuyla ilgili bilgileri olduğu yönünde ifadeler kullanmışlardır.

Modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin bilgilerini öğretmenlik uygulaması deneyiminden ve biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinden edindiğini ifade eden bir biyoloji öğretmen adayının ifadesi şöyledir:

“Bu dönem hem staj okulunda 10. Sınıfları gözlemlediğim hem de bu çalışmada öğretim programını sık sık inceleme fırsatı bulduğum için artık konuların hangi seviyelerde yer aldığını daha iyi biliyorum. 9.sınıfta temelde öğrencilere hücre ve canlıların temel bileşenleri öğretildiği için bu temel kavramlara da giriş gibi oluyor. 10. Sınıfta mitoz ve mayoz bölünmeler ile Mendel Genetiği ve genetik hastalıklar var. 12. Sınıfta da genden protein ünitesinde DNA’nın yapısı daha iyi anlaşılıyor ve son konu da evrim” (BÖA22)

Modern genetik konularının öğretim programındaki yerine ilişkin daha önce bilgi sahibi olmadığını ancak biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinden edindiğini ifade eden bir biyoloji öğretmen adayının ifadesi ise şöyledir:

“Ben daha önce biyoloji dersi öğretim programını hiç incelememiştim, stajdan biraz gözlemim vardı ama konuya ve kazanımlara hiç bakmamıştım. İnceleyince 9. sınıfta bulunan kazanımların sadece temel vermeye odaklı olduğunu gördüm. Neyin ne işe yaradığını ve nasıl oluştuğunu açıklamaya dayalı daha çok. 12. Sınıftaki konular ise öğrencilere genetik bilginin evrenselliği,

DNA'nın yapısı, DNA-protein ilişkisi ve yarı korunumlu eşleme gibi kazanımları içeriyor.” (BÖA1)

Ön görüşmelerde biyoloji dersi öğretim programını daha önce inceleme fırsatı bulduğunu ifade eden iki biyoloji öğretmen adayı son görüşmelerde biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri sırasında özellikle içerik gösterimlerini oluştururken sıklıkla öğretim programına başvurduklarını ve bu etkinliklerin konuların yerini ve ilgili kazanımları daha net ve konuya odaklı bir şekilde anlamalarına ve kullanmalarına katkı sağladığını ifade etmişlerdir.

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamı ile ilgili etkinlikler sonrasındaki bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla, son görüşmelerde öğretmen adaylarına ikinci olarak boş bir kâğıt verilerek “9.-12. Sınıflar için modern genetik konuları için anahtar niteliğinde olduğunu düşündükleri 12 konu/kavram” yazmaları istenmiştir. Tüm biyoloji öğretmen adayları bu soruya ilişkin en azı 12 konu/kavram listelemişler, bazı öğretmen adayları ise 12’den fazla sayıda konu/ kavram yazmışlardır. Ön görüşmelerden farklı olarak ise biyoloji öğretmen adaylarının konular/kavramları gruplandırarak üreme, moleküler biyoloji, kalıtım, evrim gibi başlıklar kullanarak listeledikleri dikkat çekici görülmektedir. Listelenen konuların/ kavramların analizi ön görüşmelerdeki gibi yapılmıştır (bakınız Tablo 4.2). Tablo 4.40’da biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamına ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgi düzeyleri modern genetik öğrenme progresyonu ve ulusal lise biyoloji dersi öğretim programı bağlamında gösterilmektedir.

Tablo 4.40: Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının kapsamına ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgi düzeyleri

Modern Genetik Progresyonu Yapıları	Türkiye 9-12. sınıflar Biyoloji dersi öğretim programında ilgili konular	Biyoloji öğretmen adaylarının ifade ettikleri konular/kavramlar	ilgili <i>f</i>
A1. Genetik Bilginin Evrenselliği	9.1.3. Canlıların yapısında bulunan temel bileşikler 12.1.1. Nükleik Asitlerin keşfi ve önemi	DNA'nın yapısı	14
		RNA ve çeşitleri (mRNA,tRNA,rRNA)	11
		Nükleotidler	5
		Azotlu organik bazlar	3
		Genetik bilginin evrenselliği	5
	9.1.2. Canlıların ortak özellikleri	Canlıların ortak özellikleri	1
	9.2.1. Canlılığın birimi hücre	Hücre ve organelleri Çekirdek-çekirdekçik	7 1

	12.1.2. Genetik şifre ve protein sentezi	Kromozom-DNA-gen ilişkisi	22	
A2. Hiyerarşik Organizasyon	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Biyoteknoloji	7	
		GDO	7	
		Gen aktarımı	5	
		Genom	2	
		Klonlama	2	
A3. Replikasyon	12.1.1. Nükleik Asitlerin keşfi ve önemi	Rekombinasyon	1	
		DNA Replikasyonu	6	
		Yarı korunumlu eşleme	2	
B. Bilgi kaynağı olarak genler	12.1.2. Genetik şifre ve protein sentezi	Replikasyon enzimleri	1	
		Kod-kodon	1	
C1. Proteinlerin işlevleri	9.1.3. Canlıların yapısında bulunan temel bileşikler	1 Gen 1 Polipeptit Hipotezi	1	
		Proteinlerin işlevleri	5	
C2. Protein yapı ve işlevi	9.1.3. Canlıların yapısında bulunan temel bileşikler	Enzimler	5	
		Hormonlar	5	
D. Hücreler farklı genleri ifade eder	12.1.2. Genetik şifre ve protein sentezi	Genden proteine	5	
		Protein sentezi	13	
		Translasyon-Transkripsiyon	4	
E. Genetik materyalin fiziksel geçişi	10.1.1 Mitoz ve Eşeysiz Üreme	Santal Dogma	1	
		Mitoz bölünme	22	
	10.1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme	Partenogenez	1	
		Mayoz bölünme	24	
		Krossing-over olayı	3	
		Homolog- Kardeş kromozom	6	
	10.1.1. Mitoz ve Eşeysiz Üreme	10.1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme	Dölllenme	3
			Sperm-Yumurta	2
	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Eşeyli üreme-eşeysiz üreme	10
			Mendel Kanunları	16
F1. Genotip-fenotip arasındaki ilişki	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Genetik/kalıtısal hastalıklar	8	
		Dominantlık-resesiflik	3	
		Homozigot-heterozigot kavramları	4	
		Eksik baskınlık	4	
		Eş baskınlık	4	
F2. Olasılığa bağlı örüntüler	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Fenotip-genotip	2	
		Çaprazlamalar	12	
F3. Moleküler ve Mendel modelleri arasındaki ilişki	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	-	2	
G1. DNA tür içinde ve türler arasında çeşitlilik gösterir	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Kan grupları	2	
		12.4.2. Evrim	-	
G2. Genetik bilgideki değişim varyasyonunun artmasıyla sonuçlanır ve evrimi tetikler	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Mutasyon	5	
		Varyasyon	1	
	12.4.2. Evrim	Evrin teorisi	3	
		Adaptasyon	1	
		Doğal Seleksiyon	1	
H. Çevre genetik bilgi ile etkileşir	12.3.2. Populasyon ekolojisi	Populasyon genetiği	4	
	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	Rastgele dağılım	1	
		Modifikasyonlar	3	

12.4.2. Evrim		
I. Sadece gametlerdeki mutasyonlar geçebilir	10.2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	-
J. Bir organizmanın yaşamı boyunca gen ifadesi değişebilir	-	-

Ön görüşmeden farklı olarak eklenen yeni konular/kavramlar	Ön görüşmeden farklı olarak frekansı artan konular/kavramlar	Ön görüşmeden farklı olarak frekansı azalan konular/kavramlar
--	--	---

Tablo 4.40 incelendiğinde biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konuları için anahtar olarak en sık belirttiği konu/kavramların Kromozom-DNA-gen ilişkisi (f=22), mitoz bölünme (f=22), mayoz bölünme (f=24), Mendel kanunları (f=16), DNA'nın yapısı (f=14), protein sentezi (f=13), çaprazlamalar (f=12) ve RNA ve çeşitleri (f=11) olduğu görülmektedir. Son görüşmelerde en sık ifade edilen konu/kavramlardan 'protein sentezi' ve 'RNA ve çeşitlerinin' ön görüşmelerde ifade edilmemiş olması burada dikkat çekici bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının en sık olarak A1, A2, E ve F1 yapılarına ait konu veya kavramları ifade ettikleri görülmektedir. Ön görüşmede en sık ifade edilen yapılarla karşılaştırıldığında, son görüşmede farklı olarak F1 yapısına ait konu ve kavramların da sıklıkla ifade edilmiş olması biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularıyla ilgili kavramsal çerçevelerinin de değiştiğinin bir göstergesi olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 4.40'da ayrıca biyoloji öğretmen adaylarının F3, G1, I ve J yapıların ile doğrudan ilgili kavramları hiç ifade etmedikleri görülmektedir. F3 yapısı Moleküler model ve Mendel modelleri arasındaki ilişkiye odaklanmaktadır. Buradan hareketle bu yapıyla ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarının "fenotipin her zaman genotipin bir yansıması değildir" anlayışına tam olarak erişemediklerini söylemek mümkündür. Bu anlayışın diğer yapılarla ilişkisi düşünüldüğünde biyoloji öğretmen adaylarının özellikle gen ifadesi, epigenetik gibi konularla ilgili kendilerinin sahip olabileceği kavram yanlışlarından dolayı gerekli bağlantıları kuramamış olduklarını söylemek mümkündür.

Tablo 4.40'ta ön görüşmede ifade edilmeyen ancak son görüşmede belirtilen konular/kavramlar incelendiğinde (□) bunların genellikle moleküler genetik konularına ait olmasının biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularına daha moleküler bir açıdan bakmaya başladıklarına işaret ettiği söylenebilir. Ön görüşmede ifade edilen ancak son görüşmede frekansı azalan kavramlar/ konular incelendiğinde ise (■) bunların genellikle evrim konularına ait olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik için moleküler genetik konularını daha önemli görmeye başlamasına ve 2016-2017 eğitim öğretim yılında ulusal biyoloji dersi öğretim programının güncellenerek evrim konularına ait kazanımların program dışında bırakılmasına bağlanabilir. Öğretim programının yapısı ve konuların kapsamı göz önüne alındığında ise biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında konularla/kavramlarla ilgili sahip oldukları bilgilerin ön görüşmeye kıyasla arttığı ve ifade ettikleri kavramların konularla daha ilişkili olduğu söylenebilir.

4.2.1.2 Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Konularının Dizilimi İle İlgili Bilgi Düzeyleri İle İlgili Bulgular

4.2.1.2.1 Modern genetik konularının dizilimi ile ilgili bilgi düzeylerine ilişkin ön görüşmelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri öncesinde modern genetik konularının dizilimi ile ilgili bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla ön görüşmelerde öğretmen adaylarından daha önce belirttikleri 12 konuyu/ kavramı hangi mantıksal sıra ile öğretilmesinin daha uygun olacağını gösterecek biçimde aralarında ilişki kurarak sıralamaları istenmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının sıralamalarını analiz ederken konuların/kavramların gruplanması yoluna gidilmiştir. Bu gruplama öğretmen adaylarının daha önceden ifade ettikleri konular/kavramların doğası ve Türkiye Lise Biyoloji dersi öğretim programı göz önüne alınarak 1) Temel Kavramlar/Bileşenler (örn: DNA, gen, kromozom, RNA, enzim gibi), 2) Hücre

(örn: Ribozom, organeller, çekirdek-çekirdekçik gibi) 3) Üreme (örn: mayoz-mitoz bölünme, döllenme, crossing-over olayı gibi) 4) Kalıtım (örn: Mendel kanunları, çaprazlamalar, genetik/kalıtsal hastalıklar gibi) 5) Moleküler Genetik (DNA'nın yapısı, protein sentezi gibi) ve 6) Evrim (Örn: Evrim teorisi, adaptasyon, doğal seleksiyon gibi) olacak şekilde yapılmıştır. Modern genetik öğrenme progresyonu yapılarının sıralanmasında belirlenmiş herhangi bir sıralama olmadığından bu veriler analiz edilip yorumlanırken modern genetik öğrenme progresyonu ile ilişkilendirme yapılmamıştır. Tablo 4.41'de Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının dizilimi ile ilgili etkinlikler öncesindeki sıralamaları ve hangi biyoloji öğretmen adayının nasıl bir sıralama yapmayı uygun gördüğü gösterilmektedir.

Tablo 4.41: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde tercih ettikleri konuların dizilimi ile biyoloji dersi öğretim programının karşılaştırılması

Sıralama	1	2	3	4	5	6
B.D.Ö.P.S.*	Temel Kavramlar/ Bileşenler (9.sınıf)	Hücre (9. sınıf)	Üreme (10.sınıf)	Kalıtım (10.sınıf)	Moleküler Genetik (12.sınıf)	Evrim (12.sınıf)
B.Ö.A.**						
BÖA6	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Üreme	Kalıtım	Moleküler Genetik	Evrim
BÖA23	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Üreme	Kalıtım	Moleküler Genetik	Evrim
BÖA21	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Üreme	Kalıtım	Moleküler Genetik	
BÖA13	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Kalıtım	Moleküler Genetik	Evrim	
BÖA5	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım	
BÖA16	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım	
BÖA7	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Kalıtım	Üreme	Moleküler Genetik		
BÖA8	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım		
BÖA22	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım		
BÖA4	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Kalıtım	Üreme		
BÖA20	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Kalıtım	Üreme		
BÖA9	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Kalıtım	Evrim	Hücre	
BÖA1	Hücre	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım	Evrim
BÖA2	Hücre	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım	Evrim
BÖA10	Hücre	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Kalıtım	Üreme	Evrim
BÖA18	Hücre	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Üreme	Kalıtım	Evrim	
BÖA25	Hücre	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Üreme	Kalıtım	Evrim	
BÖA15	Hücre	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım	Evrim	
BÖA3,BÖA 11,BÖA14, BÖA24	Üreme	Kalıtım	Moleküler Genetik	Evrim		

* B.D.Ö.P.S = Biyoloji Dersi Öğretim Programındaki Sıralama

Tablo 4.41 incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının çoğunluğu tarafından tercih edilen dominant bir sıralamanın olmadığı dikkat çekmektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarından sadece ikisinin öğretim programındaki sıralamayı içeren kavramları/ konuları ele alarak doğru bir sıralama yaptığı, bir öğretmen adayının ise evrimle ilgili bir konuya/kavrama yer vermeden doğru bir sıralama yaptığı görülmektedir. Dört biyoloji öğretmen adayının ise temel kavramlar/ bileşenler ve hücre konularındaki kavramları/konuları ele almadan diğerlerini öğretim programına uygun bir şekilde sıraladıkları dikkati çekmektedir. Elde edilen diğer bir bulgu ise evrim konusunu modern genetik için anahtar konu olarak gören biyoloji öğretmen adaylarından biri hariç hepsinin konuyu son sırada ele almasıdır. Ayrıca, biyoloji öğretmen adaylarının hemen hemen hepsinin temel kavramlar/bileşenler ve hücre konularına ilk sırada yer verdikleri buna karşın üreme, kalıtım ve moleküler genetik konularının sıralanmasındaki farklılıkların dikkat çekici olduğu söylenebilir. Bu üç konuya sıralamalarında yer veren biyoloji öğretmen adaylarından (N=17) yedisinin öğretim programındaki sırayı doğru bir şekilde ifade ettiği, dokuzunun ise moleküler genetik konularına öncelik verdiği görülmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi modern genetik öğrenme progresyonu yapıları sadece içeriği sunmakta ve çerçevede öğretim için belirlenmiş herhangi bir sıra vurgulanmamaktadır. Ancak biyoloji öğretmen adaylarının üreme, kalıtım ve moleküler biyoloji konularını sıralamalarında görülen çeşitlilik modern genetik öğrenme progresyonu bağlamında yorumlanabilir. Örneğin ilgili alanyazında bu üç konunun öğretilmesinin hangi sırada olmasının en uygun olacağına ilişkin yapılan çalışmalarda öğretim sıralamasında moleküler genetik konularının kalıtım ve üreme konularından daha önce verildiği müdahalelerin daha başarılı olduğu belirtilmektedir. Bu durum, biyoloji öğretmen adaylarının bu üç konudaki mantıksal sıralamaları biyoloji dersi öğretim programı açısından doğru olmasa da bu farklılığın modern genetik öğrenme progresyonları açısından farklı bağlamlarda kabul görebileceğine işaret etmektedir.

Biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri öncesinde biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının dizilimi ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla ikinci olarak konuları/kavramları sıralamanın önemli olup olmadığını ve bu sıralamayı neden bu şekilde yaptıklarını belirtmeleri istenmiştir.

Elde edilen verilere göre biyoloji öğretmen adaylarının yedisi konuların nasıl sıralandığının modern genetik konularının öğrenenler tarafından anlaşılmasını sağlamak için çok önemli olduğunu, altısı konuların nasıl sıralandığının çok önemli olmadığını çünkü iyi bir öğretmenin her konuyu anlatabileceğini, 13'ü ise konuların sıralanması zaten öğretim programında belli olduğundan öğretmenin müdahale edemeyeceğini belirtmişlerdir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının yaptıkları sıralamanın nedenleri ile ilgili olarak oluşturulan temalar ve frekanslar ise Tablo 4.42'de gösterilmektedir.

Tablo 4.42: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde modern genetik konularındaki sıralamalarının nedenleri

Kategori	Temalar(N=26)	f
Modern genetik için anahtar konuların/kavramların sıralanmasında göz önüne alınan nedenler	Birbiriyle bağlantılı veya mantıklı bir sıralama	7
	Öğrenenlerin ön bilgilerine göre sıralama	4
	Soyuttan soyuta (makroskobikten mikroskobiğe)	5
	Soyuttan somuta (mikroskobikten makroskobiğe)	5
	Öğretim programındaki sıralamaya göre	2
	Kendi deneyimlerine göre	3

Tablo 4.42'de görüldüğü gibi etkinlikler öncesinde modern genetik için anahtar kavramların/konuların sıralanma nedenleri ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar altı tema altında toplanmıştır. İlk tema olarak belirlenen “birbiriyle bağlantılı veya mantıklı bir sıralama” ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarından birinin örnek ifadesi şöyledir:

“Yaptığım sıralama çok hiyerarşik görünmese bile bence mantıklı oldu. Çünkü hem kendim nasıl daha iyi anladysam öyle sıraladım hem de bence en önemli olan kavramları başlara yazarak diğerleri ile kolayca ilişkilendirebildim. Öğrenciler de bu şekilde daha iyi anlar diye düşünüyorum” (BÖA21)

İkinci tema olan “öğrenenlerin ön bilgilerine göre sıralama” ile ilgili olarak ise biyoloji öğretmen adaylarından birinin örnek ifadesi şöyledir:

“Bence modern genetiğin anlaşılması için her şeyden önce temel kavramların anlaşılması gerekiyor çünkü öğrenci DNA nedir gen nedir bilmeden diğer konuları anlatmaya çalışırsak anlamlı öğrenme sağlayamayız. Sonra da hücre içine yolculuk anlatılmalı çünkü hücrenin yapısını anlamadan da örneğin neden DNA'nın çekirdekten çıkamadığını anlayamaz öğrenci...” (BÖA25)

Üçüncü tema olan “somuttan soyuta (makroskobikten mikroskobiğe)” sıralama için biyoloji öğretmen adaylarından birinin ifadesi şöyledir:

“Eğitim derslerinde hep somuttan soyuta diye öğrendik. Bence de öğrenci önce gözüyle gördüğü şeyleri öğrenirse daha iyi anlar modern genetiği. Örneğin önce kendisinde olan saç rengi, göz rengi gibi özelliklerden yola çıkarsak daha sonra o özellikleri meydana getiren daha küçük yapıları anlaması kolaylaşır diye düşünüyorum.”(BÖA5)

Diğer bir tema olan “soyuttan somuta (mikroskobikten makroskobiğe)” ile ilgili biyoloji öğretmen adaylarından birinin ifadesi ise şöyledir:

“Bence daha küçük ve soyut olan şeyleri öğrendikçe öğrencilerin merakı gitgide artar acaba sonunda nereye varacağız diye, aynı yapboz parçalarını birleştirmek gibi...” (BÖA8)

Beşinci tema olarak oluşturulan “öğretim programındaki sıralamaya göre” için ise bu yanıtı veren biyoloji öğretmen adaylarının ikisi de öğretim programının kendisinin belli bir mantığa göre dizildiğini düşündüklerinden ele aldıkları kavramları/konuları ona göre sıraladıklarını belirtmişlerdir.

Son tema olarak karşımıza çıkan “kendi deneyimlerime göre” için ile ilgili olarak ise örnek bir ifade şöyledir:

“Aslında yazdığım konuları sıralarken kendim nasıl en iyi öğrenebileceksem öyle sıraladım. Çünkü bazen kuzenlerime biyoloji anlatıyorum ve onlar da bu şekilde anlatınca daha iyi anlıyorlar.” (BÖA9)

4.2.1.2.2 Modern genetik konularının dizilimi ile ilgili bilgi düzeylerine ilişkin son görüşmelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri sonrasında modern genetik konularının dizilimi ile ilgili bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla son görüşmelerde öğretmen adaylarından daha önce belirttikleri 12 konuyu/ kavramı hangi mantıksal sıra ile öğretilmesinin

daha uygun olacağını gösterecek biçimde konular/kavramlar arasında ilişki kurarak sıralamaları istenmiştir.

Biyoloji öğretmen adaylarının sıralamalarını analiz ederken ön görüşmelerde olduğu gibi konuların/kavramların gruplanması yoluna gidilmiştir (bakınız Tablo 4.6). Tablo 4.43'te Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının dizilimi ile ilgili etkinlikler sonrasındaki sıralamaları ve hangi biyoloji öğretmen adayının nasıl bir sıralama yapmayı uygun gördüğü gösterilmektedir.

Tablo 4.43: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında tercih ettikleri konuların sıralaması ile biyoloji dersi öğretim programının karşılaştırılması

Sıralama	1	2	3	4	5	6
B.D.Ö.P.S.*	Temel Kavramlar/ Bileşenler (9.sınıf)	Hücre (9. sınıf)	Üreme (10.sınıf)	Kalıtım (10.sınıf)	Moleküler Genetik (12.sınıf)	Evrım (12.sınıf)
B.Ö.A **						
BÖA1, BÖA6 BÖA11, BÖA13 BÖA14, BÖA16 BÖA23	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Üreme	Kalıtım	Moleküler Genetik	Evrım
BÖA7, BÖA9, BÖA22, BÖA25	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Üreme	Kalıtım	Moleküler Genetik	
BÖA5, BÖA10, BÖA15, BÖA20, BÖA26	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Hücre	Üreme	Moleküler Genetik	Kalıtım	
BÖA12, BÖA18	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Moleküler Genetik	Üreme	Kalıtım	Evrım	
BÖA4, BÖA21 BÖA24	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Üreme	Moleküler Genetik	Kalıtım	Evrım	
BÖA2, BÖA3 BÖA8, BÖA17 BÖA19	Temel Kavramlar/ Bileşenler	Üreme	Kalıtım	Moleküler Genetik		

* B.D.Ö.P.S = Biyoloji Dersi Öğretim Programındaki Sıralama

**B.Ö.A =Biyoloji Öğretmen Adayı

Tablo 4.43 incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarından 7'sinin etkinlikler sonrasında modern genetik için anahtar niteliğinde olduğunu düşündükleri konuların sıralamalarını yaparken ifade ettikleri konuların/kavramların lise biyoloji dersinin sıralaması ile aynı olduğu görülmektedir. 4 biyoloji öğretmen adayı ise evrim konularına ait kavramlara yer vermeden öğretim programına uygun bir sıralama yapmışlardır. Ayrıca, biyoloji öğretmen adaylarının hepsinin temel kavramlar/bileşenlere ait konulara/kavramlara ilk sırada yer verdikleri buna karşın üreme, kalıtım ve

moleküler genetik konularının sıralanmasında ön görüşmelerde olduğu gibi farklılıklar olduğu söylenebilir. Bu üç konuya sıralamalarında yer veren biyoloji öğretmen adaylarından (N=26) onaltısının öğretim programındaki sırayı doğru bir şekilde ifade ettiği kalan on öğretmen adayının ise sıralamalarında moleküler genetik konularına öncelik verdiği görülmektedir. Etkinlikler sonrasında ortaya çıkan ve önemli görülen diğer bir bulgu ise biyoloji öğretmen adaylarının 14'ünün evrim konularına ait kavramlara sıralamalarında yer vermemiş olmalarıdır. Daha önce de belirtildiği gibi bu durum evrim konularının öğretim programında modern genetik konularından sonra yer almasına ve 2016-2017 eğitim öğretim yılında ulusal biyoloji dersi öğretim programının güncellenerek evrim konularına ait kazanımların program dışında bırakılmasına bağlanabilir.

Biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri sonrasında biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularının dizilimi ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla ikinci olarak biyoloji öğretmen adaylarına ön görüşmeden bu yana konuların sıralamasını önemine ilişkin fikirlerinde bir değişim olup olmadığı sorulmuş ve yaptıkları sıralamanın nedenini açıklamaları istenmiştir. Elde edilen verilere göre çalışma grubundaki tüm biyoloji öğretmen adayları etkinlikler sonrasında sıralamanın önemli bir faktör olduğunu daha iyi anladıklarını belirtmişlerdir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının yaptıkları sıralamanın nedenleri ile ilgili olarak oluşturulan temalar ve frekanslar ise Tablo 4.44'te gösterilmektedir.

Tablo 4.44: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında modern genetik konularındaki sıralamalarının nedenleri

Kategori	Temalar(N=26)	f
Modern genetik için anahtar konuların/kavramların sıralanmasında göz önüne alınan nedenler	Birbiriyle bağlantılı veya mantıklı bir sıralama	2
	Öğrenenlerin ön bilgilerine göre sıralama	1
	Diğer derslerde öğrendiklerini de göz önüne alarak sıralama	1
	Somuttan soyuta (makroskobikten mikroskobiğe)	5
	Soyuttan somuta (mikroskobikten makroskobiğe)	10
	Öğretim programındaki sıralamaya göre	7

Tablo 4.44'te görüldüğü gibi etkinlikler sonrasında modern genetik için anahtar kavramların/konuların sıralanma nedenleri ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlar altı tema altında toplanmıştır. Ön görüşmelerde oluşturulan temalardan farklı olarak 1 biyoloji öğretmen adayı sıralamasını yaparken biyoloji dersinin fizik, kimya, matematik gibi derslerle olan

ilişkinini de göz önünde bulundurduğunu belirtmiştir. Ön görüşmelerde belirlenen temalardan biri olan ‘kendi deneyimlerine göre’ teması ise son görüşmelerde ifade edilen bir sebep olarak karşımıza çıkmamıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının göz önüne aldıkları nedenlerde mikroskobikten makroskobiğe temasında görülen artışa ise daha önceki bölümlerle ilişkili olarak modern genetik konularında moleküler genetik konularının öneminin farkına varmalarının veya etkinlikler sırasında içerik gösterimlerini çoğunlukla moleküler genetik konuları temelinde oluşturmalarının neden olduğu söylenebilir. Biyoloji öğretmen adaylarının kendi deneyimleri üzerine kurdukları bu sıralama ve öne sürdükleri nedenler, bizi moleküler biyoloji konularının kalıtım konularından önce öğretilmesinin daha etkili olabileceği gibi bir sonuca götürmektedir.

4.2.1.3 Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik İçin Erişilebilir Öğretim Programı Kaynakları İle İlgili Bilgi Düzeyleri

4.2.1.3.1 Modern genetik için erişilebilir öğretim programı kaynaklarına ilişkin bilgiye ait ön görüşmelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri öncesinde modern genetik konuları için erişilebilir öğretim programı kaynakları ile ilgili bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla ön görüşmelerde “Bir lisede biyoloji öğretmenliği yapıyor olsaydın modern genetik konularını anlatmak için hangi kaynakları kullanırdın ve bu kaynakları nasıl kullanırdın? soruları sorulmuştur. Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konuları için kullanabilecekleri öğretim programı kaynakları ile ilgili oluşturulan temalar, alt temalar ve frekanslar Tablo 4.45’te gösterilmektedir.

Tablo 4.45: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde modern genetik konuları için kullanabilecekleri öğretim programı kaynaklarına ilişkin bilgileri

Kategori	Temalar (N=26)	Alt temalar	f
Modern genetik konuları için erişilebilir öğretim programı kaynakları	MEB kaynakları	Eğitim Bilişim Ağı (EBA)	9
		MEB Biyoloji Kitapları	5
	Yardımcı Kaynak Kitaplar	Üniversiteye Hazırlık Biyoloji Kitapları	4
		Genel Biyoloji Kitabı (Campbell & Reece)	1
	İnternet kaynakları	Videolar, animasyonlar	13
	Evrin ağacı gibi siteler	1	

Tablo 4.45 incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının yarısının modern genetik konuları için öğretim yaparken internette bulunan videolardan ve animasyonlardan yararlanmayı düşündükleri görülmektedir. İnternet kaynaklarını kullanabileceklerini belirten tüm biyoloji öğretmen adayları modern genetiğin anlaşılmasında görsellerin çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, MEB kaynakları kategorisinde yer alan Eğitim Bilişim Ağı (EBA)'da bulunan videoları ve slaytları kullanabileceklerini belirten tüm biyoloji öğretmen adayları diğer internet kaynaklarına da vurgu yapmışlardır. Bu durumla ilgili öğretmen adaylarından birinin ifadesi şöyledir:

“Kalıtım, genetikle alakalı internette çok güzel videolar ve animasyonlar var. onları kullanabilirim çünkü kalıtım genetik videolarla desteklenebilir ve akılda daha kalıcı olabilir. Çizimler de güzel ama üç boyutlu olmadığı için o da biraz havada kalıyor gibi geliyor bana. Bir de şu an galiba bütün okullarda EBA var. O da MEB tarafından okullara verilen videoları içerdiği için kullanılması önemli bence.” (BÖA11)

Biyoloji öğretmen adaylarından biri ise kendi üniversite deneyimlerinden yola çıkarak birinci sınıftan itibaren kullandıkları Genel Biyoloji (Campbell & Reece) kitabının kaynak kitap olarak kullanabileceğini ifade etmiş ve nedenini şöyle açıklamıştır:

“Şu anda KPSS için alan çalıştığımız için ben Campbell'den çalışıyorum, bu kitap her şeyi en baştan itibaren anlatıyor. Ordan çalışırken hep "aa bu bunda mıymış, bu bunda mıymış" oluyorum hep. Halbuki ben bunları birinci sınıftayken bilseydim şimdi genetikle ilgili de daha kolay akıl yürütebilirdim. Ama organelleri biz hep şu şu işi yapıyor mesela Endoplazmik Retikulum taşıma işi yapıyor deyip geçiyoruz biz, neyi taşıdığı önemli aslında ama bilmiyormuşuz. O yüzden lise çok eksik bende. Ama ben bunları

öğretirken ben Campbell'i baz alırım öğretmen olursam. Lise'de bile onu anlatmaya çalışırım.” (BÖA25)

Diğer bir öğretmen adayı ise internette çok fazla bilgi kaynağı bulunduğunu ve kendisinin takip ettiği ve bilimsel bilgi içeren güvenilir web siteleri olduğunu belirterek şöyle bir ifadede bulunmuştur:

“Benim bir kaç tane aslında sosyal medyadan (facebook gibi) takip ettiğim biyoloji sayfaları var evrim ağacı gibi onlarda dikkate değer bilgiler var geçekten insanı şaşırtacak. Onlardan bir kaçını ders içeriği ile ilgili seçip derste bunları öğrencilere en azından daha uzun süreli akılda kalabilmesi için dersin ilişkili olduğu kısımlarda onları da örnek vererek kullanırdım.” (BÖA23)

4.2.1.3.2 Modern genetik için erişilebilir öğretim programı kaynaklarına ilişkin bilgiye aitson görüşmelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konuları için erişilebilir öğretim programı kaynakları ile ilgili biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri sonrasındaki bilgi düzeylerini tespit etmek amacıyla son görüşmelerde biyoloji öğretmen adaylarına “Etkinlikler sırasında öğrendiklerini de göz önünde bulundurursan bir lisede biyoloji öğretmenliği yapıyor olsaydın modern genetik konularını anlatmak için hangi kaynakları kullanırdın ve bu kaynakları nasıl kullanırdın? soruları sorulmuştur. Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konuları için kullanabilecekleri öğretim programı kaynakları ile ilgili oluşturulan temalar ve frekanslar Tablo 4.46’da gösterilmektedir.

Tablo 4.46: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında modern genetik konuları için kullanabilecekleri öğretim programı kaynaklarına ilişkin bilgileri

Kategori	Temalar (N=26)	Alt Temalar	f
Modern genetik konuları için erişilebilir öğretim programı kaynakları	MEB kaynakları	Eğitim Bilişim Ağı (EBA)	8
		MEB Biyoloji Kitapları	5
	Yardımcı Kaynak Kitaplar	Üniversiteye Hazırlık Biyoloji Kitapları	2
		Üniversite düzeyinde biyoloji kitapları	3
	İnternet kaynakları	Videolar, animasyonlar	6
		Web siteleri (örn. lisebiyoloji)	6
	Akademik kaynaklar	Akademik makaleler, tezler	9
		TÜBİTAK Bilim Kitapları	4

Tablo 4.46 incelendiğinde etkinlikler sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik için kullanabileceklerini düşündükleri öğretim program kaynaklarına ön görüşmelerden farklı olarak Akademik makaleler, tezler (f=9) ve TÜBİTAK Bilim Kitapları'nın (f=4) eklendiği görülmektedir. Akademik makale ve tezlerin eklenmesinin sebebi biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sırasında birçok makale ve tezi inceleme fırsatı bulduklarından onların da kaynak olarak kullanılabilirliğini düşünmeleri olabilir. Bu durum biçimlendirici değerlendirme etkinliklerinin etkisi olarak değerlendirilebilir. Biyoloji öğretmen adaylarının bir kısmı günlük hayatla ilişkilendirme yapmaya vurgu yapan kaynaklara dikkat çekerken bazıları ise biyoloji dersi öğretim programından öğretmenlerin daha iyi yararlanabilmesi amacıyla bir öğretmen kılavuz kitabının olması gerektiğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bu durum biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında biyoloji dersi öğretim programına ilişkin bilgilerini artırarak önemini kavramaya başladıklarının ve onu daha kullanışlı hale getirebilme yollarını da düşündüklerinin bir göstergesi sayılabilir.

4.2.2 Biyoloji Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Modern Genetikte Zorluk Yaşadıkları Alanlara İlişkin Bilgilerine Ait Bulgular

Bu bölümde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarıyla yapılan ön ve son görüşmeler, öğretmen adaylarının etkinlikler süresince oluşturdukları içerik gösterimleri, yansıtıcı günlükler ve biçimlendirici değerlendirme problemlerinin analizinden elde edilen bulgular “BDTD etkinlikleri öncesinde ve sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetikte zorluk yaşadıkları alanlara ilişkin bilgileri nasıldır?” sorusuna yanıt aramak üzere sunulmaktadır.

Çalışma grubundaki son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının Pedagojik Alan Bilgisinin bileşenlerinden biri olan “öğrencilerin zorluk yaşadığı alanların bilgisi” modern genetik öğrenme progresyonu temelinde: modern genetik konularına ilişkin öğrencilerin fenle ilgili *başlangıçtaki* fikirleri ve deneyimleri

(kavram yanlışlarını içeren), öğrencilerin fikirlerini nasıl *ifade ettiği* (anladığını nasıl gösteriyor, sorular ve yanıtlar) ve öğrenciler için *zor* olan fen fikirleri temaları altında ele alınmıştır.

4.2.2.1 Biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki fikirleri ve deneyimlerine ilişkin bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarından etkinlikler öncesinde ve sonrasında modern genetik konuları ile ilgili başlangıçtaki fikirleri ve deneyimlerine ilişkin bilgileri öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışlarına dayalı olarak incelenmiştir.

4.2.2.1.1 Öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki fikirleri ve deneyimlerine ilişkin bilgilere ait ön görüşmelerden elde edilen bulgular

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kavram Yanlışlarının Ne Olduğuna İlişkin Etkinlikler Öncesindeki Bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarından öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışlarına ilişkin ön görüşmelerde biyoloji öğretmen adaylarına ilk olarak, “kavram yanlışlarının ne olduğunu kendi cümlelerinizle ifade edebilir misiniz?” sorusu sorulmuştur.

Ön görüşmelerde, araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) “kavram yanlışlarının ne olduğunu kendi cümlelerinizle ifade edebilir misiniz?” sorusuna verdikleri cevaplar üç tema altında toplanmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının 6’sı kavram yanlışlarının ne olduğuna ilişkin net bir tanımlama yapamadığından belirlenen ilk tema “net bir tanım yok” olarak ifade edilmiştir. Kavram yanlışlarının tanımını bilmediğini ifade eden öğretmen adaylarından bazılarının ifadeleri şöyledir:

“Kavram yanlışını tahmini olarak söylebilirim, tam tanımını bilmiyorum ama o konudaki kavramlar hakkındaki düşünce

farklılıkları, tam ifade edememe gibi bir şeyler geliyor aklıma...”(BÖA13)

“Kavram yanlışlığı bir konu hakkında...nasıl ifade edeyim...kelimelere dökemedim şu anda... mesela (düşünüyor)...örnek arıyorum şu an aslında, kafamda var ama kelimelere dökemedim.” (BÖA18)

Biyoloji öğretmen adaylarının 10’u ise kavram yanlışlığının ne olduğuna ilişkin kendi düşüncelerini içeren bir tanım yapabilmışlerdir. Bu tanımlarda genellikle “yanlış bir şey anlama, farklı yorumlama”, “başka bir bilgiyle karıştırma”, “tam ifade edememe”, “önceden farklı bilme” gibi noktalar vurgulanmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının yaptıkları tanımlardan bazıları aşağıdaki şekildedir:

“Kavram yanlışlığı aslında öğrencinin o konuyla ilgili bir şey bilmemesinden değil yanlış öğrenmesinden veya bilmesinden kaynaklanıyor. Kavram yanlışlığına düşmüş bir çocuk anlatacağınız konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması dahi değil tamamen yanlış bilgiye sahip olması yani bu zor düzeltilebilecek bir şey. Bunun için çocuğun tabularını yıkmak gerekli belki...”(BÖA23)

“Bir bilginin bilinmemesi, başka bir bilgiyle karıştırılmış olması” (BÖA15)

“Öğrendiğimiz bir kavramı yanlış bir şekilde biliyoruz kafamızda yanlış canlandırmışız, bu durumda kavram yanlışlığı olur.” (BÖA12)

“Okuduklarını farklı yorumlayarak oluşuyor (kavram yanlışlığı). Ben çok yapıyorum. Kafasına o şekilde oturtuyor onu doğruymuş gibi ama kopuk kopuk yerler olunca onları da kendi aklınca birleştiriyor. Yanlış bir şey çıkıyor ortaya.” (BÖA16)

Biyoloji öğretmen adaylarından 8’i ise kavram yanlışlığının ne olduğuna ilişkin örnekler vererek açıklamaya çalışmışlardır. Örnek vererek açıklayan biyoloji öğretmen adaylarının ifadelerinden bazıları şöyledir:

“Tanım deyince hemen yapamadım ama şöyle açıklayayım. Bildiğimizi sandığımız konunun aslında öyle olmadığını kelime olarak farklı olduğunu ifade edebilirim. Örnekle anlatmak istesem mesela dolaşım sistemi ile ilgili bir kavram yanlışlığı vardı. Sağda kirli, solda temiz kan olayı vardı... Tam açıklayamadım ama.” (BÖA10)

“Kavram yanılıydı şöyle, nasıl anlatabilirim. Biz öğrenciye bir şey anlatmaya çalışıyoruz...mesela kalemligi anlatmaya çalışalım. Kalemligi anlatırken kullandığımız kelimelerle veya öğrencinin aklındaki bilgiler doğrultusunda onun kalemlik yerine başka bir şey anlaması veya onda o şekilde yer edinmesi. Kalemligi anlatırken o sadece kalem anlıyor mesela, bunu yanlış karıyor ve beyninde o şekilde bırakıyor.” (BÖA24)

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının tanımları incelendiğinde ön görüşmelerde hiçbirinin kavram yanılıklarının ne olduğunu tam anlamıyla ifade edemedikleri görülmüştür. Kavram yanılıkları öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kavramları kendilerine göre uygun bir şekilde yorumlamaları ve bunların bilimsel kavramlara bakış açılarının bilim insanları tarafından kabul edilenlerden farklı olması şeklinde tanımlandığı düşünüldüğünde bazı biyoloji öğretme adaylarının kendilerine göre yorumlama noktasına vurgu yapabildikleri ancak hiçbirinin bilimsel olarak kabul görenden farklı olmaya vurgu yapmadığı söylenebilir.

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılıklarının Nasıl Tespit Edilebileceğine İlişkin Etkinlikler Öncesindeki Bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına ön görüşmeler sırasında “Öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanılıkların nasıl belirleyebileceğinizi düşünüyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Biyoloji öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular dört tema altında toplanmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) 13’ü kavram yanılıklarını soru sorarak belirleyebileceğini ifade ettiğinden ilk tema “sorular yöneltme” olarak belirlenmiştir. Bu tema ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarından bazılarının örnek ifadeleri şöyledir:

“Bunu şimdi eski derslerden biriyle açıklayabilirim. Osman hoca bize diyordu ya hani simit yediniz çay içtiniz nasıl boşaltım yaparsınız gibi...Büyük ihtimall ben de buna benzer bir soru yöneltirim, boşaltım yolunu çizin gibi...O şekilde anlayabilirim.” (BÖA12)

“Nasıl tespit ederim...(düşünüyor)...yani sorular sorarım yanlış cevap alırsam anlarım ki başka konuyla karıştırıyor...” (BÖA2)

“Tabi ki de öğrenciye soru sorarak tespit ederim. Mesela bu konu hakkında ne biliyosun, sen ne şekilde öğrendin, aklında ne var diye sorduğumuzda, fikrini aldığımızda o yanlış bilgiyi de o şekilde öğreniriz çocuktan.” (BÖA11)

Biyoloji öğretmen adaylarının 4’ü ise kavram yanlışlarını kavram haritası, ağı yaptırarak belirleyebileceğini ifade ettiklerinden ikinci tema “kavram haritası yaptırma” olarak belirlenmiştir. İkinci tema ile ilgili olarak ise biyoloji öğretmen adaylarının ifadeleri aşağıdaki şekildedir:

“Kavram yanlışlarını tespit etmek için bir yöntem vardı galiba. Hani mesela bir kavramı veriyoruz. Yine hücre üzerinden gideyim. Hücreyi yazıyoruz ve oklar çıkarıyoruz kenarlarından. Öğrenci de hücre deyince aklına gelenleri okların uçlarına yazabiliyor. Kavram haritası gibi bir şey oluşuyor.” (BÖA22)

“Kavram haritası isteyebilirim. O seviyedeki bir öğrencinin kavram haritası yapabilmesi ne kadar mümkün bilmiyorum ama en azından bir örnek gösteririm ve aynı şeyi onların yapmasını beklerim. Kavram haritasına bakarak da neyi ne kadar biliyor onu tespit edebilirim herhalde...” (BÖA8)

Biyoloji öğretmen adaylarının 3’ü ise kavram yanlışlarını öğrencilerin dersteki katılımlarında yaptıkları açıklamalardan belirleyebileceklerini ifade ettiklerinden üçüncü tema “konu içinde açıklama yaptırma” olarak belirlenmiştir. Bu tema ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarından birinin ifadesi şöyledir:

“O konu hakkında söylediklerinden tespit edebiliriz herhalde. Mavi kan kirli, kırmızı kan temiz hep böyle öğrenmiştik. Ama o bir kavram yanlışsıymış. Dersteki konuşmalarından anlarız diye düşünüyorum. Derse katılacak sonuçta öğrenci...” (BÖA25)

Biyoloji öğretmen adaylarının 6’sı ise kavram yanlışlarını nasıl belirleyebileceklerini, özel bir yöntem olup olmadığına ilişkin bir fikirleri olmadığını belirtmişlerdir. Bu sebeple dördüncü tema “kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceğini bilmeme” olarak belirlenmiştir.

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceğine ilişkin yaptıkları açıklamalar incelendiğinde açıklamaların açık uçlu soru sorma, test sorusu sorma, ne bildiğini sorma, tanım sorma gibi

noktalarda yoğunlaştığı görülmüştür. Ancak biyoloji öğretmen adaylarının soracakları soruya aldıkları cevapların yanlış olması halinde kavram yanılığı olduğunu belirleyebileceklerini düşünmeleri, her yanlış bilginin kavram yanılığı olduğunu düşündüklerini de göstermektedir. Ayrıca biyoloji öğretmen adaylarının soracakları sorunun niteliği ile ilgili net bir açıklamaları da olmadığı ifadelerinden elde edilen başka bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Kavram Yanılıklarının Nasıl Giderilebileceğine İlişkin Etkinlikler Öncesindeki Bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına ön görüşmeler sırasında kavram yanılıklarının giderilmesine ilişkin “Öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanılıkların nasıl giderebilirsiniz?” sorusu sorulmuştur. Bu soruya biyoloji öğretmen adaylarından 12’si cevap verebilmiştir ve verilen cevaplardan elde edilen bulgular üç tema altında toplanmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının 5’i öğrencilerin kavram yanılıklarını gidermek için yanlış olan bilginin yerine doğrusunu anlatmaya çalışacaklarını ifade ettiklerinden ilk tema “doğrusunu açıklayarak” olarak belirlenmiştir. Kavram yanılıklarını doğrusunu açıklayarak giderebileceğini ifade eden biyoloji öğretmen adaylarından bazılarının ifadeleri şöyledir:

“Öğrencilere sorduğum sorulardan doğrularını bilip bilmedikleri ortaya çıkar. Onları tespit ettikten sonra doğrularını anlatmaya çalışırım.” (BÖA4)

“Öğrencilerden aldığım cevaplar yanlışsa dönüt şeklinde düzeltirim. Ders içinde açıklarım, anlamadığınız yerleri sorun derim.” (BÖA17)

Biyoloji öğretmen adaylarının 4’ü ise kavram yanılıklarını gidermek için görsellerden yararlanabileceklerini belirttiklerinden ikinci tema “görsellerden yararlanma” olarak belirlenmiştir. Bu tema ile ilgili olarak örnek ifade şöyledir:

“Resim olabilir aslında. Hani böyle mesela DNA, kromozom çizerim. Kromozom daha büyük olduğu için onu birazcık daha büyük çizerim. Öğrencinin de o yönde anlamasını sağlarım.” (BÖA22)

3 biyoloji öğretmen adayı ise kavram yanlışlarını gidermek için konuyu baştan anlatacaklarını belirttiklerinden üçüncü tema “konuyu baştan irdeleyerek” olarak belirlenmiştir ve bu temaya ilişkin örnek ifade şöyledir:

“Konuyu baştan irdeleyerek, eğer orda bir hata varsa onun üstüne düşülerek yapılması gerekiyor.” (BÖA7)

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilmesine ilişkin etkinlikler öncesinde sahip oldukları bilgi düzeyi incelendiğinde araştırmaya katılan biyoloji öğretmen adaylarının yarısının bu soruya cevap veremedikleri, cevap verebilenlerin ise açıklama yapma noktasında yoğunlaştıkları görülmüştür. Ancak BÖA23 kodlu biyoloji öğretmen adayı kavram yanlışları örneği istenen soruda kavram yanlışları örneğini verdikten sonra öğrencilerin tabularını yıkmaktan ve yanlış bilgiyi onlardan söküp almaktan bahsetmiştir (Tablo 4.47). Benzer şekilde BÖA1 kodlu biyoloji öğretmen adayı ön görüşmelerde öğretim stratejileri ile ilgili bir soruda

“...öğrencilerin kafasında ne bileyim bir çelişki oluştururdum mesela bu çelişkiyle ilgili öğrenciler acaba doğru sonuca gidecek mi diye bakardım. Etkinliği de onun üzerinden yapabilirdim. Onlara doğru yolu buldurmaya çalışırdım. Kendi çabalarıyla...”

şeklinde bir ifade kullanmıştır. Bu ifadelerden biyoloji öğretmen adaylarından bazılarının öğrencileri çelişkiye düşürerek bilgilerinin çürütülmesi gerektiğini düşündükleri söylenebilir. Kavram yanlışlarını giderme yolları olarak ilgili alanyazında bulunan kavramsal değişim stratejileri gibi yolların ifade edilmemiş olması da geleneksel yolların biyoloji öğretmen adayları tarafından tercih edildiğinin bir göstergesi sayılabilir. Buna ek olarak ise hiçbir biyoloji öğretmen adayı kavram yanlışlarının değişime dirençli olduğundan bahsetmediğinden giderilmesinin kolay olduğunu düşündükleri sonucuna varılabilir.

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetikte Öğrencilerin Sahip Olabileceği Yaygın Kavram Yanılgılarına İlişkin Etkinlikler Öncesindeki Bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına ön görüşmeler sırasında modern genetikte öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanılgılarına ilişkin olarak “Lise öğrencilerinin kalıtım, genetik, moleküler biyoloji gibi modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanılgıları nelerdir” sorusu yöneltilmiştir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarından 24’ü öğrencilerin modern genetikle ilgili sahip olabilecekleri kavram yanılgılarına ilişkin fikir yürütmüşler 2’si ise bu soruya yanıt verememişlerdir. Tablo 4.47’de biyoloji öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlar gösterilmektedir.

Tablo 4.47: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanılgılarına ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgileri

Kavram yanılgısı	f	Örnek ifade
DNA-gen-kromozom kavramları	10	“Mesela DNA-gen-kromozom ilişkisi çok karışıyor. Onu ben de daha tam oturtamıyorum. Çalışıyorum ama daha sonra gidiyor. Bu konuda çocukların da biraz zorlanacağını düşünüyorum ki bu çok önemli bir şey ve konunun başı sayılır...” (BÖA8)
Latince terimler	3	“Genelde latince terimler karışıyor bence gen, gonom, gonozom, otozom...(BÖA2)”
Kromozom-kromatin kavramları	2	“Kromozom-kromatit çok karışıyor hocam. Çoğu iki çift olarak gösteriliyor sonra çift oluyor. Bunların üzerinde de çok durulmadığı için kavram yanılgısına çok uğruyor o tür kavramlar.” (BÖA10)
Mayoz ve mitoz safhaları	2	“Mayoz mitozdaki olayları metin olarak tüm öğretmenler biliyor anafazda şunlar olur metafazda bunlar olur ama değişmeleri sayısal olarak bence bilmiyorlar. Herkes açıklayıp geçebilir ama aralarında ufak farklar var bu kısımlar önemli. Öğretmenler de bunları bilmediği için yanlış aktarıyor çocuklara...” (BÖA25)
Cinsiyeti belirleyen kromozom	1	“Y kromozomu aktarıldığı zaman erkek cinsiyeti belirliyor diye bir şey var ya o kavram yanılgısı. Y kromozomu değil Y'nin üstündeki belli bir kısım aktarıldığı zaman erkek oluyor yavru...” (BÖA12)
GDO'ların zararlı olduğu	1	“En bilinen örneği DNA hakkında. Çocuklar sosyal medya ve haber bültenleri tarafından yanlış bilgilendiriliyor bence. Tamamen insanlığın zararına yapılan bir uygulama sonucunda GDO'ların türetildiğini düşünen öğrenciler var. Bunun artan nüfus artışı sonucunda bir gereksinim olduğunu öğretmek tabularını yıkmak gerekiyor...” (BÖA23)
Bütün protein sentezinin DNA'da olduğunun düşünülmesi	1	“Geçen gün staja gittiğim okulda fark etmişim bir tane. Protein sentezi konusunda her zaman sanıyorlar ki bütün protein sentezi DNA'da oluyor, ona odaklanmışlar ve ribozomu hiç düşünmüyorlar. Dersi anlatıp ribozomdan bahsetseniz bile bir hafta sonra ribozomu siliyor beyninden...” (BÖA24)

Evrimsel konular	1	<i>“Pek bilgim yok ama evrim konusunda genelde kulaktan dolma şeylerle ilerliyorlar. Evrimi tam manasıyla anlayamadığımız için insanlar maymundan gelmiştir diyebiliyorlar mesela. Ülkemizin dini boyutu göz önüne alındığında biyoloji islama yabancı geliyor ama alakası yok aslında...” (BÖA15)</i>
Çaprazlamalar	1	<i>“3’lü çaprazlamalar yapmıyorlar şu anda liselerde 2’li çaprazlamalarda kalıyorlar diye biliyorum. 3’lüye geçselerdi zorlanabilirlerdi. Yanılığa düşerlerdi kesin...” (BÖA16)</i>
Genetik Kod	1	<i>“Genetik kod dediğimizde öğrenciler direk DNA anlıyorlar. Sadece DNA genetik koddur gibi... DNA’daki üçlü bağlar mesela. Bir tane gen dizisi düşünelim A, T, G, C var onlara kodlardan bahsettiğimiz zaman üstündekilerin her biri bir DNA diye anlıyorlar hepsinin DNA’nın içindeki kodlar olduğunu bilmiyorlar. Bu kavram yanılığısı galiba.” (BÖA14)</i>
Yumurtaya ilk ulaşan spermin döllenmeyi gerçekleştirmesi	1	<i>“Mesela yumurtaya ilk ulaşan spermin değil de ilk dölleyen spermin zigot oluşturduğu, bu bir kavram yanılığısı. Hepimiz ilk ulaşan olarak biliyorduk ama ilk dölleyen olduğunu anlamış olduk. Bu aslında öğretmenle ilişkili bir şey bence biz söylediğimiz zaman öğrencilerin kafasında kaldığı için o kavram yanılığısı olarak devam ediyor çünkü...” (BÖA21)</i>

Tablo 4.47 incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının çoğunlukla ($f=10$) DNA, gen, kromozom kavramlarında kavram yanılığısı olabileceğini düşündükleri görülmektedir. Öğretmen adayları sıklıkla bu üç kavramın büyüklük küçüklük ilişkisinin karıştırıldığını ve bunun bir kavram yanılığısı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca biyoloji öğretmen adaylarının modern genetikle ilgili yaygın kavram yanılığlarına örnek verirken genellikle öğrencilerin zorlanabileceği veya karıştırılabileceğine vurgu yaptıkları dikkat çeken diğer bir noktadır. Ön görüşmelerde kavram yanılığısını tanımlarken yaşadıkları zorluk örnek verirken de karşımıza çıkmakta ve verdikleri örneklerden bazılarının sadece öğrenme zorluğu veya basitçe karıştırma olabileceğini ve bunların hepsinin kavram yanılığısı olduğunu düşündükleri söylenebilir. Buna ek olarak, biyoloji öğretmen adayları örnek verirken genellikle öğretmenin yanlış aktarmasına, yeterince üzerinde durmamasına ve öğretmenin kendisinin de konuya yeterince hâkim olmamasına dikkat çekmişlerdir. Buradan da araştırmaya katılan biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanılığısı kaynağı olarak genellikle öğretmeni gördükleri söylenebilir.

4.2.2.1.2 Öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki fikirleri ve deneyimlerine ilişkin bilgilerine ait içerik gösterimlerinden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularında öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarına ilişkin elde edilen bulgulardan biri de etkinlikler esnasında oluşturdukları içerik gösterimleridir. İçerik gösterimlerindeki sorulardan biri olan “Bu fikri öğretmenizi etkileyecek öğrenci düşüncelerine (ön bilgileri, kavram yanlışları) ilişkin bilginiz?” sorusu içerik gösterimini oluşturdukları konuya ilişkin biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışlarına ilişkin bilgi sağlamaktadır. Biyoloji öğretmen adayları etkinlikler sırasında yaptıkları grup çalışmalarında toplamda dörder tane içerik gösterimi oluşturdukları için bunların hepsi modern genetik kapsamında bir arada ve çalışma grubu bazında ele alınacaktır (Tablo 4.48).

Tablo 4.48: Çalışma gruplarının modern genetik konularında öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarına ilişkin bilgileri

İ.G. NO*	Biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerde konuyla ilgili bulunabileceğini düşündükleri kavram yanlışları	f (N=6)
1	Kromozom-DNA-gen gibi kavramları ilişkilendirememesi	4
1	Tek hücrelilerde kromozom yapısının olmadığını kavrayamaması	1
1	DNA genetik bilgiyi taşıyıcı ifadesi sebebiyle DNA'nın bir şeyi bir yerden bir yere taşıdığı düşünülmesi	3
1,3	DNA'nın diğer canlıda çalışmayacağını düşünmeleri	4
	Bir canlının DNA'sını başka bir canlıya aktardığımızda genetik bilginin evrenselliğini kavrayamadıklarından...	2
	Tüm canlılarda DNA yapısının farklı olduğunu düşünmeleri	
1	DNA ve RNA'nın birbirine karıştırılması	1
1	Virüste de DNA bulunabileceğinin zannedilmesi	2
1,3	DNA'nın her hücrede olduğunun değil canlıda tek bir DNA olduğunun düşünülmesi	3
2	DNA zincirinin tamamının bir kerede açıldığını düşünülmesi	3
2	Replikasyonu anafazda kardeş kromatitlerin ayrılmasıyla karıştırma	1
2	Replikasyonun sadece mayoz bölünmede gerçekleştiğini düşünme	1
2	Sadece insanlarda replikasyon olduğunu düşünme	1
2	İnterfazı uyku evresi olarak düşünme	2
2	Enzimler DNA'nın yapısında kalıcı bir değişiklik meydana getirdiği için replikasyonun gerçekleştiğinin düşünülmesi	3
2,4	Protein sentezinden önce DNA'nın kendini eşlediğini düşünme	5
2	Ağır azotlu ortamda replike olan DNA'nın tamamında tek bir ağır azot bulunduğunun düşünülmesi	1
2	DNA ve RNA'nın benzerliğinden dolayı RNA'nın da replike olduğunu sanması	1

2	DNA'nın değil kromozomların replike olduğunu düşünebilirler. DNA replikasyonu ile her bir kromozomun iki kardeş kromozomdan meydana geldiğini düşünemeyebilirler	1
2	DNA replikasyonunun tüm hücrelerde ayırım göstermeksizin meydana geldiğini anlayamayabilirler.	1
2	1 DNA zinciri= 1 polinükleotid zinciri 1 DNA molekülü=2 DNA zinciri	2
4	Protein sürekli ette sütte dendiği için vücutta protein üretilmesini algılayamayabilir	1
4	Protein daha büyük bir yapı olduğu için a.asitlerden üretilmeyeceğini düşünebilir	1
4	Hücresinin yaptığı her işte proteinlerin temel olduğunu anlayamama	2
4	Bir kodonun sadece bir a.asit sentezlediğini bu yüzden 20 kodon olduğunu sanma	2
4	Genetik kodu bireyleri birbirinden ayıran genetik yapı olarak düşünme	2
4	Genetik çeşitliliğin sadece krossing-over ile olduğunu düşünmeleri, protein sentezinin bunda etkili olmadığını düşünmeleri	1
*İ.G. No= İçerik Gösterimi Numarası		
1 Tüm canlılarda (bazı virüsler hariç) büyüme, gelişme, işlev gösterme ve üremede kullanılan genetik talimatları taşıyan molekül DNA'dır.		
2 Bir hücre bölüneceği zaman DNA kendini eşler. Bu sayede genetik bilgiyi yeni hücrelere ve nesillere aktarır.		
3 Genetik şifre evrenseldir. En basit yapıları bakterilerden en kompleks yapıları bitkiler ve hayvanlara kadar canlılar tarafından paylaşılır.		
4 Genetik bilgi, protein yapısını niteleyen evrensel talimatları içerir (Bir hücrede işlev göreceği tüm proteinlerin kaynağı DNA'dır)		

Tablo 4.48'de biyoloji öğretmen adaylarının buldukları çalışma gruplarında, üzerinde çalıştıkları konularla ilgili öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanılgıları incelendiğinde, etkinlikler sırasında biyoloji öğretmen adaylarının çeşitli kaynak kitaplara ve internete erişimleri bulduklarından ve grup tartışmalarında birbirlerinin fikirlerini zenginleştirme fırsatı bulabildiklerinden ön görüşmelerden daha çeşitli kavram yanılgılarına işaret ettikleri görülmektedir. Ayrıca çalışma gruplarının 3 numaralı içerik gösteriminde üzerinde çalıştıkları "*Genetik şifre evrenseldir. En basit yapıları bakterilerden en kompleks yapıları bitkiler ve hayvanlara kadar canlılar tarafından paylaşılır.*" fikri ile ilgili diğer içerik gösterimlerinden daha az sayıda kavram yanılgısına işaret ettikleri görülmektedir. Biyoloji öğretmen adayları bunun sebebi olarak 1 numaralı içerik gösterimi ile 3 numaralı içerik gösteriminin ortak fikirleri bulunmasını neden olarak göstermişlerdir.

4.2.2.1.3 Öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki fikirleri ve deneyimlerine ilişkin bilgiye ait biçimlendirici değerlendirme problemlerinden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularında öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarına ilişkin elde edilen bulgulardan biri de etkinlikler esnasında modern genetik öğrenme progresyonu yapılarına ilişkin oluşturdukları biçimlendirici değerlendirme problemleridir. Biyoloji öğretmen adaylarından problemleri oluştururken yapı ile ilgili kavram yanlışlarını listemeleri istenmiştir. Biyoloji öğretmen adayları etkinlikler sırasında grup çalışmalarında modern genetik öğrenme progresyonunun 12 yapısının genişletilmiş versiyonu olan 16 yapıya ilişkin birer biçimlendirici değerlendirme probu hazırlamışlardır. Bu problemler EK 6’da verilen formata göre hazırlanmıştır. Prob formatında yer alan “ilgili kavram yanlışları araştırmaları” kısmı için biyoloji öğretmen adaylarının yapılara ilişkin belirledikleri kavram yanlışları Tablo 4.49’da gösterilmektedir.

Tablo 4.49: Modern genetik öğrenme progresyonu yapıları için biyoloji öğretmen adaylarının belirledikleri kavram yanlışları

Yapılar	Biyoloji öğretmen adaylarının yapıyla ilgili biçimlendirici değerlendirme problemlerinde belirledikleri kavram yanlışları	Grup İsmi
A1. Genetik Bilginin Evrenselliği	Canlılar prokaryot ve ökaryot gibi farklı hücre yapısına sahip olduğu için genetik bilgiyi aktaran başlangıç ve bitiş kodonlarının farklı olduğunu düşünmektedir. Üçlü şifrelerin farklı canlı türlerindeki karşılığında aynı olduğunu kavrayamamaktadır. Genetik materyal yapısının tüm türlerde farklı olduğunu düşünmektedirler.	UltrAslan
A2. Hiyerarşik Organizasyon	Öğrenciler kromozom ve DNA’nın aynı kavram olduğunu düşünmektedirler. Öğrenciler DNA’yı hücrenin oluşturduğunu düşünmektedirler. Öğrenciler kromozomların beyinde olduğunu düşünüyor ‘beyin organizmanın yaptığı herşeyden sorumlu olduğu için’ Öğrenciler genin kromozomlarda yer aldığını bilmemektedir. Öğrenciler DNA’nın genler ve kromozomlara verilen bilimsel bir isim olduğunu düşünüyorlar. Öğrenciler bitkilerin hücrelerden oluşmadığını, bitkilerin kromozomları olmadığını düşünüyorlar.	Rubisco
A3. Replikasyon	Öğrenciler replikasyonun mayoz 2 bölünme öncesinde de gerçekleştiğini düşünüyorlar. Öğrenciler replikasyonun interfaz evresinde gerçekleştiğini bilmiyorlar. Hücre bölünmesi olmadığında da replikasyon olabileceğinin düşünüyorlar. Öğrenciler mayoz 1 den önce interfaz evresinin olmaması gerektiğini düşünüyorlar buda replikasyonun nerede gerçekleştiğini yanlış bildiklerinden kaynaklanıyor	B12

B. Bilgi kaynağı olarak genler	Öğrencilerin vücutta genler nerede bulunur? sorusuna yönelik kavram yanlışlığı vardır. Öğrencilerin çoğu genlerin kromozomlarda bulunduğunu bilmelerine rağmen bir kısmının genlerin vücut hücrelerinde ya da üreme hücrelerinde bulunduğunu düşünmektedir. DNA ve gen birimlerinin büyüklük küçüklük ilişkisine yönelik kavram yanlışlıkları bulunmaktadır. Genin yapısıyla ilgili kavram yanlışlıkları bulunmaktadır. Genin DNA'nın bir parçası olduğunu kavrayamaması, genin proteinlerden, kromozomlardan, hücrelerden ve nükleustan yapıldığını düşünmektedir.	Golgi Vezikülleri
C1. Proteinlerin işlevleri	Lise öğrencilerinin vücudumuzda yönetici molekülü DNA olarak bildikleri için proteinin karakter üzerinde işlevinin olmadığını düşünmektedirler. Oluşabilecek kalıtsal hastalıkların DNA bozukluğundan kaynaklandığını protein eksikliğinden dolayı oluşabileceğini düşünmemektedirler.	B12
C2. Protein yapısı ve işlevi	Öğrencilerin proteinlerin hormonların yapısına katılması, enerji kaynağı olarak kullanılması, canlının yapısına katılması, reseptör olarak kullanılması ve üç boyutlu yapısı ile ilgili kavram yanlışlıkları bulunmaktadır. Gen ve karakter arasındaki ilişkiyi kuramayabilir Genler ve proteinler arasındaki bağlantıyı kuramayabilir. Aminoasit protein arasında bağlantı oluşturamamaktadır	Golgi Vezikülleri NoName
D. Hücreler farklı genleri ifade eder	Öğrencilerin çoğu gen ve DNA gibi kavramları bağdaştıramamaktadır. Hücre doku, ve organların basamaklı olarak bir araya gelmesi ile organizmaları oluşturur konusunda oturmayan yanlışlıklar bulunabilir. Proteinlerin DNA üzerindeki etkisi tam olarak oturmamıştır.	UltrAslan
E. Genetik materyalin fiziksel geçişi	Tüm canlılarda 46 kromozom bulunduğunu düşünmeleri Kromozom sayısı arttıkça canlıların daha gelişmiş olduğunu düşünmeleri	BETT
F1. Genotip-fenotip arasındaki ilişki	Kalıtımın çevre ilişkisi arasında bağlam kuramama Genlerin karakterleri nasıl kontrol ettiğini sadece basit mendel genetiği ile odaklama Genotipin çevre tarafından değiştirilemeyeceğini savunma	NoName
F2. Olasılığa bağlı örüntüler	Genler sadece üreme hücrelerinde bulunur. Üreme hücreleri ve vücut hücrelerinin aktardığı hastalıklar aynıdır. X kromozomu ve Y kromozomu arasında bir fark yoktur. Taşıdığı hastalıklar aynıdır.	BETT
F3. Moleküler ve Mendel modelleri arasındaki ilişki	Hücre, DNA, organizma, kromozom, gen ve çekirdek kavramlarını küçükten büyüğe doğru tam olarak sıralayamamaktalar. 'Gen, DNA, kromozom' arasında yanlış ilişki kurmaktadır. Otozomal baskın ve otozomal çekinik hastalıkların aralarındaki farkı kavrayamamaktadır. Genlerin proteinlerle olan ilişkisini kuramıyorlar.	NoName
G1. DNA türlerinde ve türler arasında çeşitlilik gösterir	Diğer türlerle ortak genlerimiz olmadığını düşünebilirler. Farklı organizmaların tüm proteinlerinin farklı olduğunu düşünebilirler.	UltrAslan
G2. Genetik bilgideki değişim varyasyonun artmasıyla	Mutasyonlar sonucunda kazanılan varyasyonlar ve son olarak bunun adaptasyon aşamasında öncelik olduğundan ziyade, öğrenciler canlıların öncelikle bir ortam ya da duruma uyum sağladığını ve devamında bu yeni durumu genlerinde kodladığını düşünür.	Golgi Vezikülleri

sonuçlanır ve evrimi tetikler	Bir alandaki avcının yetenekleri av konumundaki canlının yeteneklerine bağlı olduğunu düşünebilir. Halbuki bu durumda avcının mevcut yetenekleri av konumundaki canlıların yeteneklerine bağlı değildir. Daha doğrusu avın mevcut yetenekleri avcı etkisiyle bir önceki jenerasyonda elenmiş ya da devam etmiştir.	
H. Çevre genetik bilgi ile etkileşir	<p>Öğrenciler çevrenin genetik şifreyi değiştirdiğini düşünmektedir.</p> <p>Öğrenciler; trafik kazalarında kolunu, bacağı kaybeden kişinin vücudunda oluşan sakatlık, estetik ameliyatla burun ve yüz biçimindeki değişimleri birer modifikasyon örneği sanmaktadır.</p> <p>Öğrenciler tarafından mutagen (mutasyona uğrayan gen) eşey hücreleri ile yavru döllere aktarılır olarak bilinmektedir.</p> <p>Öğrenciler modifikasyonların kalıtsal olduğunu ve çevreyle ilgisi olmadığını sanmaktadır.</p> <p>Bazı öğrenciler modifikasyon ve mutasyon kavramlarını ayıramamaktadır.</p> <p>Canlının bütün özelliklerinin genler tarafından belirlendiği düşünülmektedir.</p> <p>Mutasyonların etkisinin her durumda gözlemlendiği sanılmaktadır.</p>	Rubisco
I.Sadece gametlerdeki mutasyonlar döllere geçebilir	<p>Tüm yaşlardan öğrenciler bir canlının çevre etkisiyle kazandığı bir özelliğin (örn. kopan parmak) belli koşullar altında döllere geçebileceğini düşünüyor.</p> <p>Cinsiyet kromozomlarının sadece gametlerde bulunduğunu düşünüyor.</p>	Rubisco
J. Bir organizmanın yaşamı boyunca gen ifadesi değişebilir	<p>Gen ifadesi canlının yaşamı boyunca değişmez</p> <p>Yediklerimiz gen ifadesini etkilemez</p>	B12

Tablo 4.49’da araştırmada çalışma grupları olarak yer alan 6 gruptan beşinin 3’er tane birinin ise 2 tane biçimlendirici değerlendirme probu hazırladığı ve ona ilişkin kavram yanlışlarını listelediği görülmektedir. Bir grubun 2 prob hazırlamasının sebebi ise üçüncüyü etkinlikler süresince yetiştirememiş olmaları ve değerlendirilmeye alınmamış olmasıdır. Grupların hazırlayacakları problemler kura yoluyla belirlenmiş, sayı eşit olmadığından ise bazı gruplar aynı yapıya ilişkin problemler hazırlamışlardır.

Biyoloji öğretmen adaylarından ilgili kavram yanlışlarını belirlerken araştırma makalelerinden, tezlerden ve internet kaynaklarından yararlanmaları istenmiştir. Ancak Tablo 4.49 incelendiğinde bazı grupların kavram yanlışlarını belirlerken yeterince araştırma yapmadıklarını ve yapıların temelini yeterince anlamadıklarını söylemek mümkündür. Özellikle D, E ve J yapılarında listelenen kavram yanlışlarının yapılarla ilişkisinin diğerlerine kıyasla daha az olduğuna da söylenebilir. Gen ifadesi ile ilgili olan D ve J yapılarında biyoloji öğretmen

adaylarının yaşadığı zorluk daha önce öğretim programı ile ilgili ön görüşmelerde yaşadıkları zorluğa paralel görünmektedir.

4.2.2.1.4 Öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki fikirleri ve deneyimlerine ilişkin bilgiye ait son görüşmelerden elde edilen bulgular

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılgılarının Ne Olduğuna İlişkin Etkinlikler Sonrasındaki Bilgileri

Son görüşmelerde, araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) “etkinliklerden edindiğiniz deneyimle kavram yanılgısının ne olduğunu kendi cümlelerinizle ifade edebilir misiniz?” sorusuna verdikleri cevaplar beş tema altında toplanmıştır.

Kavram yanılgısının ne olduğuna ilişkin belirlenen ilk tema “doğru bilinen yanlışlar” olarak ifade edilmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarından 7’sinin ifadesi bu temanın altında incelenmiştir. Bu temayla ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarının ifadeleri konunun, kavramın, bilginin gerçek anlamından, olması gerekenden veya doğru olandan farklı bir şekilde öğrenme, algılama sonucunda kavram yanılgısının oluştuğuna vurgu yapmışlardır. Bu temayla ilgili örnek biyoloji öğretmen adayı ifadesi şöyledir:

“Bildiğimizi sandığımız şeyin başka bir şey çıkması, herkesin kullandığı, doğru bildiği bir konuda basit bir şey bile yanlış biliniyor, öğrenci tarafından yanlış anlaşılıyor olabilir...” (BÖA19)

Kavram yanılgısının ne olduğuna ilişkin yapılan tanımlardan belirlenen ikinci tema ise “yanlış öğrenmeler” olarak ifade edilmiştir. Son görüşmelerde biyoloji öğretmen adaylarından 6’sı yaptıkları tanımlarda bir bilgiyi, konuyu, kavramı yanlış veya eksik öğrenme, doğru bir şekilde öğrenememe şeklinde ifade etmişlerdir ve bu tanımlar ikinci tema altında toplanmıştır. İkinci temaya ilişkin örnek öğretmen adayı ifadesi aşağıdaki şekildedir:

“Bir konu hakkında ya da bir kavram hakkında yanlış edinilen bilgiler ve öğrenmelerdir kavram yanılgıları” (BÖA14)

Üçüncü tema ise “yanlış ilişkilendirme” olarak ifade edilmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarından 5’i yanlış ilişkilendirme, yanlış bağdaştırma, eski bilgilerle anlamlandırma gibi ifadeler kullanmışlardır ve bu ifadeler üçüncü tema altında toplanmıştır. Bu temaya ilişkin örnek ifade şöyledir:

“Bir bilginin doğru şekilde değil beyinde önceden var olan veya çevreden duyulan bir bilgi üzerine yanlış ilişkilendirilerek yapılanmasıdır bence kavram yanılığı” (BÖA24)

Biyoloji öğretmen adaylarından biri ise kavram yanılığını bir kafa karışıklığı olarak ifade etmiştir. Bu sebeple dördüncü tema “kafa karışıklığı” olarak belirlenmiştir. Buna ilişkin ifade şöyledir:

“Bir konunun asıl anlatmak istediği sonucu tam net olarak vermemesiyle oluşur. Kafa karışıklığı da denebilir. Örneğin öğrencilerin genin evrensel olmadığını düşünmeleri. Aslında kafaları karışmamış olsa anlayabilirlerdi.” (BÖA18)

7 öğretmen adayı ise kavram yanılığının değişiminin zor olduğuna vurgu yaptıklarından beşinci tema “dirençli yanlış öğrenmeler” olarak ifade edilmiştir. Bu temaya ilişkin örnek ifadeler şöyledir:

“Bir konu içeriğinde bulunan bir terimin, kavramın zamanla yanlış anlaşılıp yerleşmesi sonucu kolay kolay değişmemesi durumudur. Bu yanlış öğrenmeler öğrencinin zihninde olduğundan farklı canlandığı ve mantığına oturduğu için yanılığı oluşmuş oluyor” (BÖA2)

Kavram yanılığının ne olduğuna ilişkin son görüşmelerde belirlenen beş tema incelendiğinde kavram yanılığının kabul edilen tanımına en yakın ifadelerin “dirençli yanlış öğrenmeler” temasında yer aldığı söylenebilir. Son görüşmelerde ayrıca biyoloji öğretmen adaylarının hepsinin kavram yanılığının ne olduğuna ilişkin bir tanımlama yapabildiği görülmüştür. Bu durumdan biyoloji öğretmen adaylarının bazılarının etkinlikler süresince kavram yanılığına bir anlam yüklemeye başladıkları ve bazı öğretmen adaylarının ise var olan anlayışlarının değiştiği sonucuna varılabilir.

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılgılarının Nasıl Tespit Edilebileceğine İlişkin Etkinlikler Sonrasındaki Bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına son görüşmeler sırasında “Etkinliklerden elde ettiğiniz deneyimden sonra öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanılgılarını nasıl belirleyebileceğinizi düşünüyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Biyoloji öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular dört tema altında toplanmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) 10’ü kavram yanılgılarını değerlendirme soruları sorarak veya testleri uygulayarak belirleyebileceklerini ifade ettiğinden ilk tema “değerlendirme soruları yöneltme” olarak belirlenmiştir. Bu tema ile ilgili olarak biyoloji öğretmen adaylarından birinin örnek ifadesi şöyledir:

“Etkinlikler sırasında değerlendirmenin öneminin farkına vardığımdan kavram yanılgılarını belirlemek için de değerlendirme soruları sorarım. Bu sorular konu öncesinde, sırasında veya sonrasında sorulabilir. Ama öğrencileri kendi bilgilerini sorgulamaya itecek, sebebi ve süreci daha iyi anlamalarını sağlayacak sorular olmalı. Bu değerlendirme soruları sırasında açığa çıkar zaten bence kavram yanılgısı varsa çocukta...” (BÖA22)

Değerlendirme soruları yöneltme temasının, ön görüşmelerde belirlenen “sorular yöneltme” temasından farklı olarak özellikle not vermeme, öğrencileri izleme amacı güttüğü ve değerlendirme odaklı olduğu görülmüştür.

Biyoloji öğretmen adaylarından 4’ü öğrencilerin zihinlerinde bulunan yapının en iyi kavram haritası, zihin haritası gibi yöntemlerle belirlenebileceğini düşündüklerinden ikinci tema, ön görüşmelerde olduğu gibi “kavram haritası yaptırma” olarak belirlenmiştir. İkinci temayı ifade eden biyoloji öğretmen adaylarının yanıtları ön görüşmelerdekine benzer olduğundan örnek ifadeye yer verilmemiştir.

10 biyoloji öğretmenin ifadeleri ile kavram yanılgılarının nasıl belirlenebileceğine ilişkin etkinlikler sonrasında belirlenen üçüncü tema “var olan

kavram yanlışlarından yola çıkarak” olarak belirlenmiştir. Üçüncü temaya ilişkin örnek ifade aşağıdaki gibidir:

“Etkinlikler sırasında kazandığımız en önemli şey bence öğrencilerin zihinlerinde var olabilecek kavram yanlışlarını önceden düşünüp ona göre ilerlemenin farkına varmak oldu. Bu yüzden bence öğretmen olduğumda makalelerden, tezlerden veya internetten bunları araştırıp kavram yanlışlarını içeren testler hazırlayabilirim. Böylece aynı konuyla ilgili yeni kavram yanlışları da belirlenebilir diye düşünüyorum.” (BÖA7)

Biyoloji öğretmen adaylarının 2’si ise kavram yanlışlarını açığa çıkarmada öğrencilerin sözlü ifadelerinden faydalanabileceklerini belirttiklerinden dördüncü tema “sözlü ifadelerinden yola çıkarak” olarak belirlenmiştir. Bu temaya ilişkin örnek ifade şöyledir:

“Ders sırasında açığa çıkarmak daha kolay bence. Sorulan sorulardan, örnek ifadelerden eğer kafasında bir karışıklık varsa anlaşılır.” (BÖA17)

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceğine ilişkin etkinlikler sonrasında yaptıkları açıklamalar incelendiğinde açıklamaların var olan kavram yanlışlarından yola çıkma ve değerlendirme soruları hazırlama noktalarında yoğunlaştığı görülmüştür. Bu durum etkinlikler öncesindeki ifadelerden farklı olarak biyoloji öğretmen adaylarının artık soracakları soruya aldıkları her yanlış cevabın kavram yanlışını olamayabileceğini düşünmeye yaklaştıklarının bir göstergesi sayılabilir. Ayrıca biyoloji öğretmen adaylarının soracakları sorunun niteliği ile ilgili olarak yaptıkları açıklamalarda (örn: öğrencileri çelişkiye düşürecek sorular) biçimlendirici değerlendirme etkinliklerin katkısının olduğu söylenebilir.

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Öğrencilerin Kavram Yanlışlarının Nasıl Giderilebileceğine İlişkin Etkinlikler Sonrasındaki Bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına son görüşmeler sırasında kavram yanlışlarının giderilmesine ilişkin “Etkinlikler sırasında edindiğiniz deneyimle öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarının nasıl giderebilirsiniz?” sorusu

sorulmuştur. Ön görüşmelerden farklı olarak bu soruya tüm biyoloji öğretmen adayları cevap vermiştir. Kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceğine ilişkin biyoloji öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar ise üç tema altında toplanmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının 10'u kavram yanlışlarının en iyi günlük hayattan örnekler vererek giderilebileceğini düşündüklerinden birinci tema "günlük hayatla ilişkilendirme" olarak belirlenmiştir. Bu temaya ilişkin örnek ifade şöyledir:

"Daha çok kavram yanlışları örneği gördükçe aslında hepsinin günlük hayatla ilişkili bizim daha basit nitelendirebileceğimiz şeyler olduğunu gördüm. Basit demeyeyim de çevrenin etkisi çok büyük. Bu yüzden daha çok günlük hayattan örnekler vermeye çalışarak giderilebilir diye düşünüyorum." (BÖA5)

Biyolojinin deneye dayalı olması gerektiğini ve deneylerin öğrencilerin yaşadıkları kafa karışıklığını gidermede en faydalı yöntem olduğunu düşünen 10'u biyoloji öğretmen adayının ifadeleri ise "deney yaptırarak" olarak belirlenen ikinci tema altında toplanmıştır. Bu temaya ilişkin biyoloji öğretmen adaylarından birinin ifadesi şöyledir:

"Hep biyoloji ezber ders deniyor. Oysa deney yapıldığında ne kadar eğlenceli olduğunu biz öğrenciliğimizde anladık. Bizim üzerinde çalıştığımız modern genetik konuları genellikle soyut olduğundan öğrenilmesi de zor. Bunu aşlamamız gerekiyor imkanlar doğrultusunda öğrencilerimize. Deney sırasında öğrenci bakacak ki düşündüğü gibi olmuyor bazı şeyler." (BÖA15)

Biyoloji öğretmen adaylarının 6'sı öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermek için yanlış olan bilginin doğrusunu anlatmaya çalışacaklarını ifade ettiklerinden üçüncü tema "doğrusunu açıklayarak" olarak belirlenmiştir. Bu tema ön görüşmelerdeki aynısı olduğundan örnek ifadeye yer verilmemiştir.

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilmesine ilişkin etkinlikler öncesinde sahip oldukları bilgi düzeyi incelendiğinde ön görüşmelerdekinden farklı olarak yöntem boyutunu düşünmeye başladıkları söylenebilir. Diğer bir ifadeyle etkinlikler öncesinde bu soruya

katılımcıların yarısı cevap vermediğinden doğrusunu açıklama noktasında yoğunlaşan açıklamalar etkinlikler sonrasında günlük hayatla ilişkilendirme ve deney yaptırma noktalarında yoğunlaşmıştır. Buradan öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını gidermenin önceden düşündükleri kadar kolay olmadığını farkına vardıkları ve bunları gidermek için geleneksel yöntemlerden ziyade deney, etkinlik gibi yöntemlere yönelmeyi düşündükleri söylenebilir.

Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetikte Öğrencilerin Sahip Olabileceği Yaygın Kavram Yanlışlarına İlişkin Etkinlikler Sonrasındaki Bilgileri

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına son görüşmeler sırasında modern genetikte öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışlarına ilişkin olarak “Lise öğrencilerinin kalıtım, genetik, moleküler biyoloji gibi modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışları nelerdir” sorusu tekrar yöneltilmiştir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının hepsi öğrencilerin modern genetikle ilgili sahip olabilecekleri kavram yanlışlarına ilişkin fikir yürütmüşler hatta bazıları ikiden fazla kavram yanılığı ifade edebilmişlerdir. Tablo 4.50’de biyoloji öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlar gösterilmektedir.

Tablo 4.50: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışlarına ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgileri

Kavram yanılığı	f
DNA-gen-kromozom hiyerarşik organizasyonu	8
DNA'nın yapısı her canlıda farklıdır	8
Aynı bireydeki hücrelerin DNA'ları farklıdır.	7
X ve Y kromozomları sadece gonozomlarda bulunur	5
DNA replikasyonu sadece mayozda gerçekleşir	3
Protein sentezinden önce DNA kendini eşler	10
Kalıtsal hastalıklar baskın genlerle taşınır	4
Vücut kromozomlarında meydana gelen mutasyonlar dölden döle aktarılabilir	6
Kromozom sayısı fazla olan canlı daha gelişmiştir	6
Tüm hormonlar protein yapıdadır	2
Bütün mutasyonlar zararlıdır	7
Her bir özellik için tek bir gen vardır	3
Hücre bölünmeyeği zaman da kromozom yapısı vardır	3
Fenotip sadece genotip tarafından belirlenir	2
Çevrenin fenotipte yarattığı değişim DNA dizisini değiştirir	2
Bir genin sadece iki olası varyasyonu vardır	1
Bütün mutasyonlar fenotipte değişiklik yaratır	1

Tablo 4.50 incelendiğinde etkinlikler sonrasında biyoloji öğretmen adaylarının öğrencilerin en çok “Protein sentezinden önce DNA kendini eşler”, “DNA-gen-kromozom hiyerarşik organizasyonu” ve “DNA’nın yapısı her canlıda farklıdır” kavram yanlışlarına sahip olabileceklerini ifade ettikleri görülmektedir. Öğretmen adayları sıklıkla DNA-gen-kromozom kavramlarının büyüklük küçüklük ilişkisinin karıştırıldığını ve bunun bir kavram yanlışlığı olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum ön görüşmelerdeki açıklamalarla benzerlik göstermektedir.

Ayrıca etkinlikler sonrasında biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularında öğrencilerin sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışlarına ilişkin bilgilerinin etkinlikler öncesindeki bilgilerinden (bakınız Tablo 4.47) ve içerik gösterimlerindeki bilgilerinden (bakınız Tablo 4.48) farklı olarak daha spesifik olduğu söylenebilir. Diğer bir ifadeyle biyoloji öğretmen adayları modern genetikle ilgili yaygın kavram yanlışlarına örnek verirken ön görüşmelerde genellikle öğrencilerin zorlanabileceği veya karıştırılabileceğine vurgu yaparken dikkat çekerken son görüşmelerde kavram yanlışlığı örneğini net bir şekilde ifade edebilmişlerdir. Bu sebeple tabloda ayrıca öğretmen adayı ifadelerine yer verilmemiştir. Ayrıca etkinlikler sonrasında örnek olarak verilen kavram yanlışlığı sayısının arttığını ve konuların daha çeşitli olduğunu (moleküler genetik, kalıtım gibi) da söylemek mümkündür.

4.2.2.2 Biyoloji öğretmen adaylarının öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin bilgileri

4.2.2.2.1 Öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin bilgiye ait ön görüşmelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin bilgilerini belirlemek üzere ön görüşmelerde “Sence modern genetikle ilgili konulardan hangilerini öğrenmek öğrenciler için zordur ve sen hangi konuları öğretmen olduğunda anlatırken zorlanabileceğini düşünüyorsun?” sorusu sorulmuştur. Biyoloji öğretmen adaylarından üçü bu

soruya öğretmen olduğunda yeterince çalışırsa hiçbir konuyu anlatmakta zorlanmayacağını çünkü bütün konuların çok zevkli olduğunu ifade ederek cevap vermiştir. Bir biyoloji öğretmen adayı ise öğrenciler biyolojide genel anlamda zorlandıklarından ve dersin ezber olduğunu düşündüklerinden tüm konularda zorlanacağını düşündüğünü ifade etmiştir. Kalan 22 son sınıf biyoloji öğretmen adayının bu soruya verdikleri cevaplarla oluşturulan temalar, alt temalar ve frekanslar Tablo 4.51’de gösterilmektedir.

Tablo 4.51: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgileri ve zorluk nedenleri

Öğrenciler için zor olan fikirler	Zorluk sebebi	<i>f</i>
Kromozom-DNA-gen ilişkisi	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması	3
	Gözle görülmediğinden anlaşılmasının zor olması	1
Mendel Genetiği	Konular arasında ilişki kurmanın zor olması	1
	Soyut olması	1
	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması	2
Olasılık Hesaplamaları	Konunun çok kapsamlı olması	1
	Matematiksel hesaplama içermesi	2
Çaprazlamalar	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması	6
	Matematiksel hesaplama içermesi	3
	Nasıl öğretileceğini bilmemesi	1
	Öğretmenlerin yetersiz olduğunu düşünmesi	1
Mutasyonlar	Kendisinde var olan kavram yanlışlarını düzeltmekte zorlanması	1
	Üniversitede aldıkları evrim dersinin yetersiz olması	1
Evrime ilişkin fikirler	Konuların havada kalması	1
	Nasıl öğretileceğini bilmemesi	1
	Ülkemizdeki dini yapının anlatmayı zorlaştırması	1
	Çok fazla kavram içermesi	3
Protein sentezi	Öğretmenlerin yetersiz olduğunu düşünmesi	1
	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması	1
	Konunun karmaşık olması	1
Moleküler Genetiğe ilişkin fikirler	Üniversitede aldıkları moleküler biyoloji dersinin yetersiz olması	3
	Lise düzeyine indirgemenin zor olması	1
	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması	1
	Öğretmenin sürekli kendini yenilemesini gerektirmesi	1
	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması	1
Mayoz-mitoz evreleri	Çok fazla ezber gerektirmesi	1

Tablo 4.51 incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının (N=22) etkinlikler öncesinde öğrenciler için zor olan fikirler olarak en sıklıkla ifade ettikleri konuların çaprazlamalar (f=11), protein sentezi ve moleküler genetiğe ilişkin fikirler (f=6), mendel genetiği (f=5), kromozom-DNA-gen ilişkisi (f=4), evrime ilişkin fikirler (f=4), olasılık hesaplamaları (f=2), mayoz-mitoz evreleri (f=2) ve mutasyonlar (f=1) olduğu görülmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının en sıklıkla ifade ettikleri öğrenme zorluğu/ öğretim zorluğu ise kendisinin de öğrenirken zorlanması, üniversitede aldıkları konuya ilişkin derslerin yetersiz olması, konunun matematiksel hesaplamalar içermesi ve konunun çok sayıda kavram içermesi olarak belirlenmiştir. Bu durum biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde kendilerini modern genetik konularını öğretmede yetersiz gördüklerini göstermektedir. Ayrıca, kendileri lise öğrencisiyken o konuları öğrenmekte zorlandıklarından gelecekteki öğrencilerinin veya şu andaki öğrencilerin de o konularda zorlanacaklarını düşünmektedirler. Ayrıca hiçbir biyoloji öğretmen adayı öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgilerinin, hazırbulunuşluklarının veya kavram yanılgılarının öğrenmeyi zorlaştıracak bir faktör olduğunu ifade etmemiştir. Tüm bu bulgulardan yola çıkarak biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde öğrenciler için zor olan modern genetik konularına ilişkin bilgilerinin yetersiz olduğu sonucuna varılabilir.

4.2.2.2.2 Öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin bilgiye ait son görüşmelerden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin bilgilerini belirlemek üzere son görüşmelerde “Etkinliklerden edindiğin deneyimle sence modern genetikle ilgili konulardan hangilerini öğrenmek öğrenciler için zordur ve sen hangi konuları öğretmen olduğunda anlatırken zorlanabileceğini düşünüyorsun?” sorusu sorulmuştur. 26 son sınıf biyoloji öğretmenin bu soruya verdikleri cevaplarla oluşturulan öğrenciler için zor olduğunu düşündükleri modern genetik konuları, zorluğun sebebine ilişkin açıklamaları ve frekanslar Tablo 4.52’de gösterilmektedir.

Tablo 4.52: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgileri ve zorluk nedenleri

		Zorluk sebebi	<i>f</i>
öğrenciler için zor olan modern genetik fikirlerine ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgi	Öğrenciler için zor olan fikirler		
	Kromozom-DNA-gen ilişkisi	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması	2
		Gözle görülmediğinden anlaşılmasının zor olması	3
	Moleküler ve Mendel modelleri arasındaki ilişki	Lisede bu ilişkinin net bir şekilde anlatılmaması	2
	Gen ifadesi	Öğrencilerin bu konuda çok sayıda kavram yanlışlığı olması	5
		Nispeten yeni bir kavram olması	1
	Epigenetik	Lise düzeyine indirgemenin zor olması	2
		Öğrencilerin bu konuda çok sayıda kavram yanlışlığı olması	2
	Protein sentezi	Karmaşık süreçler içermesi	1
		Matematiksel hesaplama içermesi	2
	Çaprazlamalar	Öğretmenlerin yetersiz olduğunu düşünmesi	2
		Öğrencilerin bu konuda çok sayıda kavram yanlışlığı olması	5
	Kalıtsal hastalıklar	Öğrencilerin bu konuda çok sayıda kavram yanlışlığı olması	4
		Gen-çevre etkileşimi	Kendisinin de öğrenmekte zorlanması
	Protein-özellik ilişkisi	Öğrencilerin bu konuda çok sayıda kavram yanlışlığı olması	2
		Mutasyonlar	Kendisinde var olan kavram yanlışlarını düzeltmekte zorlanması
	Fenotip-genotip ilişkisi	Öğrencilerin bu konuda çok sayıda kavram yanlışlığı olması	2
Olasılıksal düşünmeyi gerektirmesi		3	

Tablo 4.52 incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) etkinlikler sonrasında öğrenciler için zor olan fikirler olarak en sıklıkla ifade ettikleri konuların ön görüşmelerde ifade ettikleri konulardan farklılaşarak daha spesifik ve ilişki odaklı olduğu görülmektedir. Ayrıca katılımcıların belirttikleri konuların modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından seçilmiş olması da konunun kapsamını ve doğasının daha iyi bir görüşüne sahip olmaya başladıklarının bir göstergesidir. Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında yaşadıkları bu değişim ve zorluk sebebi olarak genellikle “öğrencilerin konu ile ilgili çok sayıda kavram yanlışlığı” olduğunu belirtmeleri etkinliklerin etkisi olarak değerlendirilebilir. Ön görüşmelerde çoğunlukla kendileri konuyu öğrenmekte zorlandıkları için öğrencilerin de zorlanabileceğini ifade eden biyoloji öğretmen adaylarının son görüşmelerde söyledikleri zorluk sebepleri incelendiğinde

bir öğretmen gözüyle bakmaya başladıkları ve öğrencilerin zorluk yaşayabileceği alanlara ilişkin bilgilerini artırdıkları söylenebilir.

4.2.3 Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetiğe İlişkin Öğretim Stratejileri Bilgilerine Ait Bulgular

4.2.3.1 Modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgisine ait ön görüşmelerden elde edilen bulgular

Araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin öğretim stratejilerine ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgilerini belirlemek amacıyla temel olarak “Öğretmenlik uygulamasında gözlediğin biyoloji öğretmeni modern genetik konularını öğretmek için ne gibi öğretim stratejileri kullanıyor?” ve “Sen o sınıfların öğretmeni olsaydın modern genetik konularını öğretmek için ne gibi öğretim stratejileri kullanırdın?” soruları sorulmuştur. Katılımcıların bu iki soruya verdikleri cevaplar her bir öğretmen adayının ifadeleri doğrultusunda ayrı ayrı ele alınarak açıklanacaktır (Tablo 4.53).

Tablo 4.53: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğretim stratejilerine ilişkin etkinlikler öncesindeki bilgileri

BÖA* #	Gözlem yapılan biyoloji öğretmeni hangi öğretimsel stratejileri kullanıyor?	Sen olsan hangi öğretimsel stratejileri kullanırdın?
BÖA 3	Soru-cevap Akıllı tahta (EBA)	Laboratuvar çalışmaları teknolojileri (karekod, moovly) Animasyonlar
BÖA 2, BÖA 8	Düz anlatım Tahtaya yazı yazma	Ön bilgileri kontrol etme Görsellerden faydalanma Soru-cevap Ödev Akıllı tahta
BÖA 9, BÖA 17BÖA 26	Günlük hayattan örnekler verme Soru-cevap	Laboratuvar çalışmaları
BÖA 10	Düz anlatım Akıllı tahta (EBA)	Konuyu daha eğlenceli hale getirme (oyunlar, animasyonlar, etkinlikler)
BÖA 5, BÖA 7, BÖA 11	Düz anlatım Tahtaya çizim yapma Soru-cevap	Video destekli öğretim Soru-cevap
BÖA 12, BÖA 18, BÖA 20, BÖA 21, BÖA 22	Düz anlatım Tahtaya yazı yazma Soru-cevap	Akıllı tahta Videolar
BÖA 1 BÖA 13 BÖA 19	Düz anlatım Akıllı tahta (EBA)	Bol bol örnek verme Uygulamalar (etkinlikler, laboratuvar) Maketler, kartondan kendi yaptığı materyaller
BÖA 14	Düz anlatım Akıllı tahta (EBA)	Kendi yaptığı materyaller
BÖA 15	Analojiler	Laboratuvar çalışmaları Görsellerden faydalanma
BÖA 6 BÖA 16	Akıllı tahta (EBA) Soru-cevap Beyin fırtınası	Tahtaya şekil çizme Animasyonlar Konuya ilginç bir soru ile başlama Konuyu daha eğlenceli hale getirme (rol oynama, şarkılar)
BÖA 23	Düz anlatım Soru-cevap	İnternet sitelerinden ilginç örnekler Laboratuvar çalışmaları
BÖA 24	Soru-cevap Öğrettiklerini öğrencilere tekrarlatma	Öğrencileri önceden konudan haberdar etme Soru-cevap
BÖA 4, BÖA 25	Soru-cevap Düz anlatım	Aktif öğrenme teknikleri Gösterip yaptırma Araştırma ödevleri

BÖA*= Biyoloji öğretmen adayı

Tablo 4.53’de son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması derslerinde takip ettikleri öğretmenlerin modern genetik konularında ve diğer konularda çoğunlukla düz anlatım, soru-cevap, akıllı tahta, sınıf tahtasına yazma-çizme gibi öğretims stratejilerini kullandıkları görülmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının kendilerinin kullanmayı düşündükleri öğretim stratejileri

incelendiğinde ise ilk olarak bunların öğretmenlik uygulamasında takip ettikleri öğretmenlerinkinden farklı olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmenlerin kullandıkları stratejiler genellikle öğretmen merkezli iken biyoloji öğretmen adaylarının yöntem olarak ifade ettikleri laboratuvar çalışmaları, akıllı tahta, videolar, animasyonlar, soru-cevap ve kendi hazırlamayı düşündükleri materyaller hem öğretmen merkezli hem de öğrenci merkezli olabilmektedir. Ancak bunların çoğunlukla konuya özgü olmadığını söylemek mümkündür. Bu soruya ilişkin elde edilen bulgular etkinlikler öncesinde biyoloji öğretmen adaylarının öğretim stratejilerine ilişkin bilgilerinin kendi gözlemlerinin ötesinde olduğu yani sadece öğretmenlik uygulamasında yaptıkları gözlemlerden değil öğrenim hayatlarında aldıkları eğitim bilimleri ve alan eğitimi derslerinden de etkilendiğini göstermektedir. Ancak biyoloji öğretmen adaylarının öğretim stratejileri bilgilerinin yine de çok çeşitlenmediğini ve konuya özgü olmadığını söylenebilir. Bu soruya ilişkin biyoloji öğretmen adaylarının bazılarının ifadeleri şu şekilde örneklendirilebilir:

“Kalıtım, genetikle alakalı video destekli öğretim yapabilirdim çünkü o konular videolarla desteklenirse daha kalıcı olur diye düşünüyorum. Çizimler de güzel ama üç boyutlu olmadığı için biraz havada kalıyor gibi geliyor bana. Onun dışında soru-cevap yöntemini her derste kullanırdım gerçekten iyi oluyor dönüt şeklinde” (BÖA 8)

“Modern genetik konuları görselliğe dayalı konular bence o yüzden akıllı tahtadan faydalanma ve videolar izletmek eğlenceli olabilir. Öğretmenin tek yaptığı konuyu anlatıp anlattıktan sonra soru sormak. Sadece tahtaya yazıyor bu yani.” (BÖA 12)

“Şu an bizim gördüğümüz öğretim yöntem teknikleri var derslerde. Orada çok değişik teknikler olduğunu gördüm ben bunun için öğrencileri bir herhangi bir materyalin bile öğrencinin dikkatini ilgisini toplayabileceğini düşünüyorum. Kesinlikle konularla ilgili oluşturabileceğim bir materyal varsa bunu kullanmayı yeğlerim bunun üstüne uğraşmak isterim çünkü elinizde tuttuğunuz bir şey bile öğrencilerin dikkatini fazlasıyla çekiyor ve onları güdüyor mesela. Onun haricinde öğrenciler tahtaya direk bir şey yazıldığı zaman ilgilenmiyorlar tahtayla. Ben dikkat çekmek istiyorum çünkü öğrenciler bunları merak ediyor.” (BÖA 14)

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin öğretimsel stratejilere ait etkinlikler öncesindeki bilgilerini belirlemek amacıyla üçüncü olarak ise “Bir öğrencin sana gelip “öğretmenim ben DNA gibi küçücük bir molekülün içinde o kadar bilginin nasıl saklanabildiğini hayal edemiyorum” dedi. Öğrencinin sahip olduğu bu öğrenme güçlüğünü gidermek için ne gibi öğretimsel stratejiler kullanabilirsin?” sorusu sorulmuştur. Bu soruya biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) 11’i konuyla ilgili bilgisi olmadığını, aklına bir şey gelmediğini ve daha çok araştırma yapması gerektiğini ifade ederek cevap vermiştir. Bilgisi olmadığını belirten biyoloji öğretmen adaylarından birinin örnek ifadesi şöyledir:

“Bununla ilgili öncelikle bir araştırma yapmam gerekiyor çünkü şu an bilgim yok ve bu tarz sorular öğrencilerde çok fazla oluyor merak ettikleri konularda. Bunları giderebilmek için öncelikle araştırma yapmam gerekiyor iyi bir şekilde çünkü bizde insan olarak kavram yanılışı yaratabiliriz öğrencide yanlış bir şey söylersek aklında o kalır. Bir daha üniversite hayatı boyunca da o yanılığı öğrenciye yaşatabiliriz. Öncelikle öğretmenin de öğrenciye sunacak iyi bir bilgisi olması gerekiyor.” (BÖA7)

Beş biyoloji öğretmen adayı ise DNA’nın katlanıp kıvrılmış yapısının açıldığında aslında çok yer kapladığının öğrencilere gösterilmesine dayanan aktiviteler yaptırabileceklerini ifade etmişlerdir. Bunun için boncuklar, pirinç, suya atılınca büyüyen peçete gibi materyaller kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Bu ifadelere örnek ise şöyledir:

“Onun için aslında PCR yöntemleri çok iyi ama lisede uygulanabileceğini sanmıyorum. DNA’nın öyle sabit durmadığını, bölündüğünü DNA’nın aslında çoğaltılabildiğini hücrenin içinde de DNA bu şekilde çoğalıp kendini kopyalayıp açılıp o kromozomun kromatin ipliklerine açılmasını, çoğaltılmasını PCR ile gösterebilirsin. Ama o sarmal yapının açıldığına mesela tesbih örneği verilebilir günlük hayattan, sararsın sararsın sonra birden bir açarsın, o boncuklarını da... Mesela kopartırsın hepsi bi yere dağılır ne kadar çok alan kapladığını o zaman görürsün. Tespihi ben şu masanın üstüne dağıttığım zaman boncuklar her tarafa yayılır böyle bir alan çizmiş olurum ama ben tesbihi bir arada tuttuğumda (eliyle gösteriyor) şu kadarlık bir alana sahip olacak. O şekilde örnek verilebilir.” (BÖA9)

Biyoloji öğretmen adaylarının dördü ise DNA'yı bir şeye benzeterek, diğer bir deyişle anolojilerden faydalanabileceğini belirtmişlerdir. Benzetmelerden faydalanabileceklerini söyleyen biyoloji öğretmen adaylarından ikisi “flash disk” örneğini vermişlerdir. Bununla ilgili örnek ifade ise şöyledir:

“DNA'nın içindeki her şeyi görsel olarak gösterebilirim ya da DNA'yı bir şeye benzeterek de yapabilirim mesela masadaki flash disk bir sürü bilgiyi içine topluyor mesela oradan yola çıkarak teknolojik şeyler, onların daha iyi anlayabileceği şekildeçünkü şu anda herkesin ilgisi var teknolojiye. Öyle şeylerle bağlantı kurarım, öyle şeyler düşünürüm. DNA'yı bir şeye benzetirim. Bu içine bu kadar şeyi sığdırıyor. Her şeyi bir şeye benzeterek bir şey bulmaya çalışırım.” (BÖA21)

Bir öğretmen adayı ise DNA'nın kendine özgü sahip olduğu alfabeyi Türkçe alfabesine benzetmekten yola çıkabileceğini belirtmiştir:

“Bunu gidermek için bir şey söyleyeceğim ama doğru olup olmadığını bilmiyorum. Ben bu konuyu şöyle anlatmayı düşünüyorum mesela alfabemiz 29 harften oluşuyor ama harfler duruyor onlarla bir kelime oluşturmamışız henüz. Biz kodlarımızı, genetik kodlarımızı kodlayacağımız zaman, aktaracağımız zaman o harfleri kullanarak kelime yapıyoruz ve milyonlarca, odalar dolusu kitap yapabiliriz ama harflerin hepsini küçük bir yerde saklayabiliriz. Sen de böyle düşün diyeceğim ona. Aminoasitler 20 harften oluşan bir alfabe. Onlarla kitaplar dolusu özellik yapabilirsin, sözcük yapabilirsin. Kodon yapabilirsin, kod yapabilirsin. Bu şekilde anlatacağım onu. Onun için şimdilik küçük saklanıyor, paketlenmiş halde ama eşleme durumunda hani hücrelerin özelliklerin aktarılacağı durumunda sınırsız tane özellik aktarabilirsin diyeceğim...” (BÖA25)

Üç biyoloji öğretmen adayı ise DNA'nın sarmal yapısını öğrencilerin gözünde daha iyi canlandırabilmeleri için kendilerinin de birinci sınıf genel biyoloji laboratuvarı dersinde yaptıkları “DNA izolasyonu” deneyini kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Bunu biyoloji öğretmen adaylarından biri aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

“DNA'nın izolasyonu var öğrencilerin beyinlerinde daha somut bir görüntü elde etmek için daha DNA izolasyonu yapabiliriz. Bunda

DNA'nın nasıl bir görünüme sahip olduğunu ilk gösterebilirim diye düşünüyorum.” (BÖA14)

Biyoloji öğretmen adaylarının üçü DNA modelini öğrencilerin daha iyi anlayabilmesi için sınıfta eğer yoksa bir DNA modeli getirebileceklerini belirtmiş, bir öğretmen adayı ise DNA modelini sınıfta çeşitli materyallerden yaparak açıklarsa öğrencinin zihninde daha iyi canlanabileceğini belirtmişlerdir.

Lise öğrencilerinin modern genetik konularında sahip olabileceği bir öğrenme zorluğuna dayanarak katılımcıların öğretimsel stratejiler bilgisini incelemeyi amaçlayan bu soruya biyoloji öğretmen adaylarının verdikleri yanıtların hepsi incelendiğinde 11 öğretmen adayının konuyla ilgili akıl yürütemediği görülmüştür. Diğer 15 biyoloji öğretmen adayının ise akıl yürütme yapmalarına rağmen bazı açıklamalarının öğrencide öğrenme zorluğu oluşturmaya açık olduğu söylenebilir. Bu bulgular öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak etkinlikler öncesinde biyoloji öğretmen adaylarının sahip oldukları öğretim stratejileri bilgisinin yetersiz olduğunu ve desteklenmeye ihtiyaç duyduğunu göstermektedir denebilir.

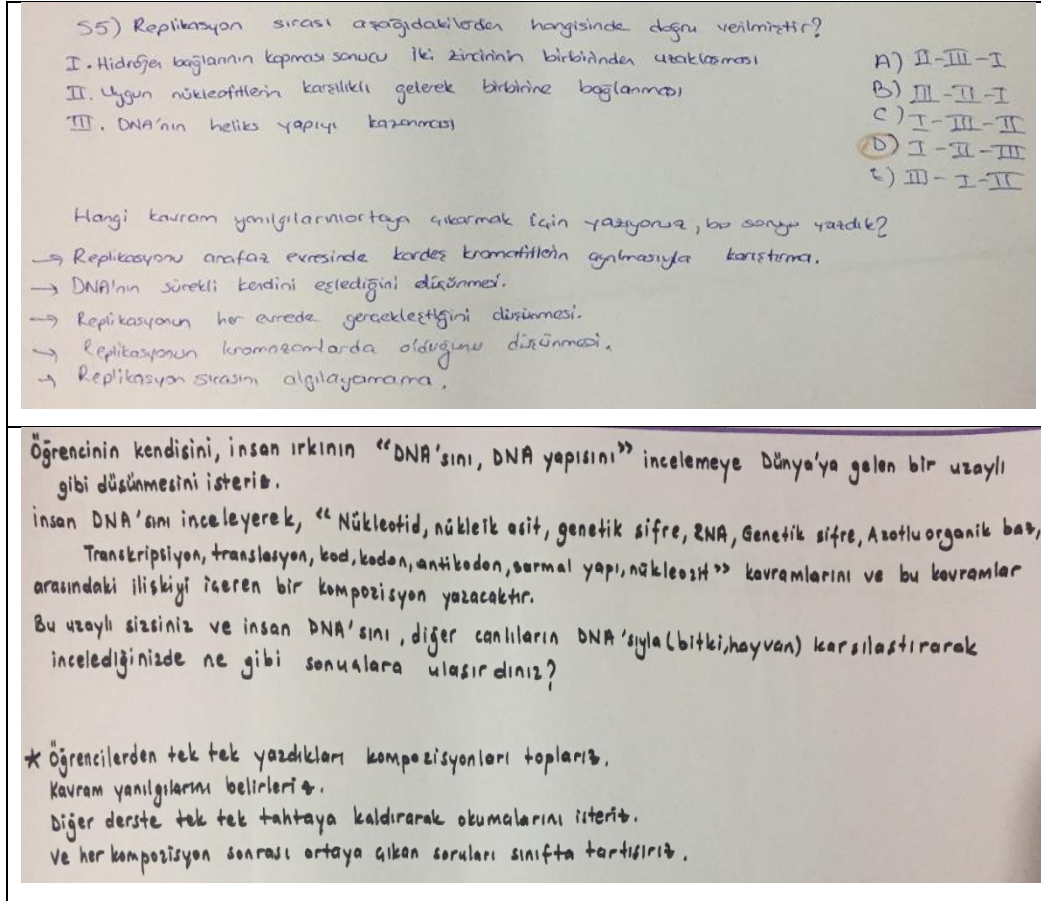
4.2.3.2 Modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgisine ait içerik gösterimlerinden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularına ilişkin öğretims stratejileri bilgilerine yönelik olarak elde edilen bulgulardan biri de etkinlikler esnasında oluşturdukları içerik gösterimleridir. İçerik gösterimlerindeki sorulardan biri olan “kullanılacak özgün stratejiler” ve “öğrencinin bu fikirle ilgili anlayışını veya karmaşıklığını meydana çıkaracak özgün yollar” kısımları içerik gösterimini oluşturdukları modern genetik konularında biyoloji öğretmen adaylarının sahip oldukları öğretims stratejileri bilgisine ilişkin bulgu sağlamaktadır. Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sırasında yaptıkları grup çalışmalarında oluşturdukları toplam dörder içerik gösteriminden elde edilen bulgular çalışma grubu bazında ele alınacaktır (Tablo 4.54).

Tablo 4.54: Çalışma gruplarının modern genetik konularına ilişkin öğretimsel strateji bilgileri

İ.G. #	Özgün stratejiler, özgün yollar	Gruplar
İ.G. 1	Kavram ağı	Rubisco
	Test soruları (içerik gösteriminde yazılmış)	BETT
	İstasyon (3 grup: resim, şiir, öykü)	B12
	Test soruları (içerik gösteriminde yazılmış)	UltrAslan
	Animasyonlar	Golgi Vezikülleri
	Drama	NoName
İ.G.2	Açık uçlu sorular (içerik gösteriminde yazılmış)	Rubisco
	Akvaryum	BETT
	Açık uçlu sorular (içerik gösteriminde yazılmış)	B12
	Öykü yazdırma (insan ırkının DNA'sını incelemeye gelmiş bir uzaylısınız)	UltrAslan
	Zıt Panel	Golgi Vezikülleri
	Açık uçlu sorular (içerik gösteriminde yazılmış)	NoName
İ.G.3	Beyin fırtınası, soru-cevap, rol oynama	Rubisco
	İşbirliğine dayalı öğrenme stratejileri	BETT
	Beyin fırtınası, kavram haritası	B12
	Video, buluş yoluyla öğrenme, araştırma-keşfetme	UltrAslan
	İstasyon ve eğitsel oyunlar, soru-cevap (biçimlendirici)	Golgi Vezikülleri
	Soru-cevap, Akvaryum	NoName
İ.G.4	Kavram karikatürleri, soru-cevap	Rubisco
	Animasyon, sınıfça eğitsel oyun tasarlama	BETT
	Animasyon ve simülasyon, ünite sonu soruları	B12
	Tahmin Et-Gözle- Açıkla stratejisi	UltrAslan
	Oyun haline getirilmiş tanılayıcı dallanmış ağaç, sokratik tartışma	Golgi Vezikülleri
	Kavram haritaları, kavram karikatürleri	NoName
İ.G. 1 Tüm canlılarda (bazı virüsler hariç) büyüme, gelişme, işlev gösterme ve üremede kullanılan genetik talimatları taşıyan molekül DNA'dır.		
İ.G. 2 Bir hücre bölüneceği zaman DNA kendini eşler. Bu sayede genetik bilgiyi yeni hücrelere ve nesillere aktarır.		
İ.G. 3 Genetik şifre evrenseldir. En basit yapıli bakterilerden en kompleks yapıli bitkiler ve hayvanlara kadar canlılar tarafından paylaşılır.		
İ.G. 4 Genetik bilgi, protein yapısını niteleyen evrensel talimatları içerir (Bir hücrede işlev görecektüm proteinlerin kaynağı DNA'dır)		

Tablo 4.54 incelendiğinde biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sırasında oluşturdukları içerik gösterimlerinde öğretimsel stratejilere ilişkin alanlarda, grupça yaptıkları tartışmalar sonucu kararlaştırdıkları çeşitli öğretimsel stratejileri görülmektedir. Elde edilen bu bulgulara ilişkin olarak dikkat çekici bir nokta da çalışma gruplarının 3. ve 4. İçerik gösterimlerinde daha fazla sayıda öğretimsel strateji belirtmiş olmaları ve hepsini kullanma sebeplerini de (örneğin belli kavram yanlışlarına işaret ederek, öğrencilerin ön bilgilerini görme amacıyla, derse başlangıçta dikkat çekme amacıyla gibi) açıklamış olmalarıdır. Bu durum etkinliklerin etkisi olarak değerlendirilebilir. İçerik gösterimlerinden örnekler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.2: Çalışma gruplarının oluşturdukları içerik gösterimlerinden öğretimsel stratejilere yönelik örnekler

4.2.3.3 Modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgisine ait son görüşmelerden elde edilen bulgular

Araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin öğretimsel stratejilere yönelik etkinlikler sonrasında bilgilerini belirlemek amacıyla son görüşmelerde "Öğretmenlik uygulamasında gözüdüğün biyoloji öğretmeni modern genetik konularını öğretmek için ne gibi öğretimsel stratejiler kullanıyor?" sorusu tekrar sorulmamış bunun yerine "Sen o sınıfların öğretmeni olsaydın modern genetik konularını öğretmek için ne gibi öğretimsel stratejiler kullanırdın?" sorusu sorulmuştur. Katılımcıların bu soruya verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular ön görüşmelerdekine benzer şekilde Tablo 4.55'te gösterilmiştir.

Tablo 4.55: Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğretimsel stratejilere ilişkin etkinlikler sonrasındaki bilgileri

BÖA* #	Sen olsan hangi öğretimsel stratejileri kullanırdın?
BÖA 1, BÖA 7	Merak uyandırıcı sorular Görsel materyaller Videolar Etkinliklerde öğrendiğimiz stratejilerden konuya uygun olanlar
BÖA 2, BÖA 8	Zıt panel Kavram karikatürleri
BÖA 3, BÖA 5, BÖA 9	Problem çözme Araştırma-inceleme Akıllı tahta
BÖA 4, BÖA 6	Soru-cevap Kavram haritası
BÖA 10, BÖA 11, BÖA 15	DNA modeli gibi materyallere dayalı stratejiler Deneyler Videolar, animasyonlar
BÖA 12, BÖA 18, BÖA 20, BÖA 21, BÖA 24	Gösterimler Videolar Animasyonlar Simülasyonlar Laboratuvar çalışmaları
BÖA 13, BÖA 14, BÖA 17 BÖA 22	Grup aktiviteleri Eğitsel oyunlar Akvaryum, istasyon, tahmin-et-gözle-açıkla Akıllı tahta
BÖA 16, BÖA 19, BÖA 25	Akıllı tahta Drama aktiviteleri Aktif öğrenme stratejileri
BÖA 26	Videolar Belgeseller

Tablo 4.55’de biyoloji öğretmen adaylarının kullanmayı düşündükleri öğretimsel stratejilere yönelik etkinlikler sonrasında elde edilen bulgular incelendiğinde ilk olarak ön görüşmelerdekinden farklılaştığı dikkat çekmektedir. Ön görüşmelerde hem öğretmen merkezli hem de öğrenci merkezli yöntem/strateji/teknikler ifade eden son sınıf biyoloji öğretmen adayları son görüşmelerde daha çok öğrenci merkezli, konuya özgü stratejilere vurgu yapmışlardır. Ayrıca ifade edilen strateji/yöntem/tekniklerin çeşitliliğinin artmış olması biyoloji öğretmen adaylarının bu konudaki bilgilerinin etkinliklerde artmış olduğunun göstergesidir. Ayrıca bunların birçoğunu nasıl kullanabileceklerini de hem grup tartışmalarında hem de yaptıkları araştırmalarda öğrenmiş olduklarının bir göstergesi sayılabilir.

Etkinliklerden sonra çok sayıda yöntem, teknik ve stratejinin bir arada kullanılmasının önemini anladığını ifade eden tek biyoloji öğretmen adayının ifadesi şu şekildedir:

“Ben olsam...Bu sene bu konuya daha kolay cevap verebilirim. Hem bu etkinliklerden sonra hem de KPSS çalıştığım için ÖYT' görüyoruz. Ben kesinlikle bir derste bir yöntem kullanılmaması gerektiğini öğrendim. Düz anlatım yapıp dersi bitiriyorsam ben iyi bir öğretmen değilmişim. Ben birkaç tekniği bir arada kullanırsam iyi bir öğretmenmişim. Kesinlikle ileride bunu baz alarak aktif öğrenme tekniklerini kullanarak öğretmenlik yapmak isterim. Şartlar da önemli. Gösterip yaptırma daha çok yaparım. Onların etkin olabileceği bir şeyler. Buluş olur, bilimsel aşamanın basamaklarını öğrenecek tarzda araştırma ödevleri olur. EBA'dan ya da Fatih Projesi'nden açıp o hocanın anlattığı ile geçiriyor genelde öğretmenler öyle yaptırمام ben. Ordaki öğretmenler gerçekten çok karıştırıyor. Çocuklar çok karıştırıyor o zaman.” (BÖA 25)

Etkinliklerden sonra kavram yanlışlarının önemini anladığını ve öğrencilerdeki kavram yanlışlarını tespit etmeye ve gidermeye yönelik stratejilere ağırlık vermek istediğini belirten beş biyoloji öğretmen adayından biri ise bunu şöyle ifade etmiştir:

“Ne yaparsak yapalım galiba farkında olmamız gerekiyor. Öğrenci önceden ne biliyor, süreçte biz ona ne kattık, sonrasında ne oldu bitti bunu fark etmek için çalışmalar yapmak lazım sınıfta. Öğrenciye bazen yanlış bildiğini onu çelişkiye düşürerek göstermek gerekiyor Kavram yanlışları çok önemliymiş. Bunları gidermeye yönelik stratejilere ağırlık veririm ben tahmin-et-gözle-açıkla stratejisi, istasyon tekniği gibi şeyler yaparım sınıfta” (BÖA 17)

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin öğretimsel stratejilere ait etkinlikler sonrasında “Bir öğrencin sana gelip “öğretmenim ben DNA gibi küçücük bir molekülün içinde o kadar bilginin nasıl saklanabildiğini hayal edemiyorum” dedi. Öğrencinin sahip olduğu bu öğrenme güçlüğünü gidermek için ne gibi öğretimsel stratejiler kullanabilirsin?” sorusu tekrar sorulmuştur. Etkinlikler öncesinde 11 biyoloji öğretmen adayının cevap veremediği bu soruya etkinlikler sonrasında yalnızca iki biyoloji öğretmen adayı cevap verememiştir. Ancak verilen örnekler etkinlikler öncesi ile paralellik göstermekte yine DNA izolasyonu deneyi, DNA modeli, videolar, boncuk, tesbih gibi materyaller şeklinde olmuştur.

Örneğin etkinlikler öncesinde “flash disk” benzetmesini yapan biyoloji öğretmen adayına benzer şekilde etkinlikler sonrasında beş biyoloji öğretmen adayı buna paralel örnekler (flash disk, micro sd kart, laptop) vermişlerdir. Örneğin etkinlikler öncesinde flash disk benzetmesini yapan biyoloji öğretmen adayı yine aynı örneği vermiş ancak bu kez benzetmesini detaylandırıp şöyle bir ifade kullanmıştır:

“DNA’yı bir flash disk gibi düşün derim ve genleri de bu diskin içindeki çeşitli dosyalar gibi düşün. Bu disk içinde ihtiyaç duyulan dosyayı açtığımda elde etmek istediğim dosyayı sana sağlar derim.”
(BÖA4)

Etkinlikler sonrasında DNA’nın katlanıp kıvrılmış yapısının açıldığında aslında çok yer kapladığının öğrencilere gösterilmesine dayanan aktiviteler yaptırabileceklerini ifade eden yedi öğretmen adayı olmuştur. Bunun için boncuklar, pirinç, suya atılınca büyüyen peçete, iplik yumağı gibi materyaller kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Bu ifadelere örnekler aşağıdaki şekilde olmuştur:

“Birçok boncuk getirip bunların her birini A, T, G, C (organik bazlar) olarak düşünmelerini isterdim. Daha sonra bunları küçük bir balonun içine doldurmalarını söyledim. Ve o kadar boncuk bu balona nasıl girebildi, işte DNA’da böyle birçok bilgiyi barındırıyor derdim.” (BÖA 2)

Bunların dışında ise yedi biyoloji öğretmen adayı belgeseller, videolar ve animasyonlardan faydalanarak soyut kavramları somutlaştırabileceklerini ifade etmiş, dört biyoloji öğretmen adayı DNA modelinden faydalanabileceklerini belirtmiş, bir öğretmen adayı drama aktivitelerinde öğrencilere DNA’nın yapısındaki moleküllerin rollerini vererek açıklayabileceğini belirtmişlerdir. Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularından birine ait bir öğrenme zorluğunu aşmada kullanabilecekleri yöntemlere yönelik etkinlikler sonrasında sahip oldukları bilgi etkinlikler öncesi ile karşılaştırıldığında ise katılımcıların çoğunluğunun etkinlikler sonrasında bu soruya cevap verebildiğini, aynı cevabı verenlerin daha detaylı açıklamalar yapabildiğini ve örneklerin somutlaştığını söylemek mümkündür.

4.2.4 Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetiğe İlişkin Değerlendirme Bilgilerine Ait Bulgular

4.2.4.1 Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait ön görüşmelerden elde edilen bulgular

Araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının değerlendirme bilgilerini belirlemek amacıyla ön görüşmelerde ilk olarak “biçimlendirici değerlendirme nedir” sorusu sorulmuştur. Bu soruya biyoloji öğretmen adaylarından (N=26) sadece biri daha önce duyduğunu belirterek cevap vermiştir. Bu biyoloji öğretmenin ifadesi şöyledir:

“Evet duydum bir tane makalede duydum bunu da biçimlendirici değerlendirme şöyle, normalde değerlendirme sürecin sonunda yapılır ama biçimlendirici değerlendirme sürecin ortasında yapılır ve sahip olunan ilgi ve yeteneklere göre bir yol izlenir başka bir alana yönlendirilir veya o alanda devam ettirilir ve puan verilmez sadece öğrencinin ilgi ve yetenekleri doğrultusunda öğrenci en iyi nasıl yetişir hangi alanda uzmanlaşır ona yoğunlaştırılır.” (BÖA24)

Kalan 25 biyoloji öğretmen adayına ise duymadıkları halde “değerlendirme” tanımından yola çıkarak biçimlendirici değerlendirmenin ne olabileceğine ilişkin yorum yapmaları istenmiştir. Yorum yapabilen bazı biyoloji öğretmen adaylarının örnek ifadeleri şu şekildedir:

“Değerlendirmeyi bölerek anlatma olabilir diye düşündüm. Değerlendirmeyi bölerek yapma yani konunun belli kısımlarını bölerek değerlendirme biçimlendirme olarak düşünüyorum, ilk defa duyduğum bir terim olduğu için şu an biçimlendirme deyince sadece aklıma bu geldi.” (BÖA7)

“Önce konu bellidir herhalde, konuyu nasıl biçimlendiririz... (düşünüyör) önce bir taslak hazırlarız, onu sunarız herhalde birkaç bilen insana, olmamışsa biçimlendiririz veya öğrencilere yapacaksam önce uygulama yapmam lazım eğer çok düşük bir şey çıkarsa tekrar onu biçimlendirip ya da herkes o soruyu biliyorsa, bilenle bilmeyeni ayırt etmek için tekrar onu biçimlendirmem gerekiyor kalitesi düşüktür demek ki o şekilde biçimlendiririm yani...” (BÖA19)

“Hayır duymadım. Yani öğrencinin düzeyini mi biçimlendiriyor acaba? Öğrenciyi biçimlendiriyor herhalde ya yani böyle ne kadar biliyor düzeyi ne, orta-iyi-kötü. Ona göre biçimlendiriyor herhalde ne düzeyde bildiğini. Eğer kötüyse tekrar öğrenmeyi başa döndürüyor olabilir. Ortaysa eksik bilgilerini tekrar giderip tekrar düzeltiyor olabilir. Öyle bir şey olabilir.” (BÖA25)

“Biçimlendirici değerlendirme daha önce duymadım ama şöyle bir şey çağrıştı kafamda çocuğu değerlendirirken olmuş bitmiş bir konu hakkında değil hala devam eden bir süreci değerlendirme ve bu değerlendirmenin de çocuğu biçimlendirmesi yani hala bir şeyler kazandırması gereken, kazandırması amacıyla yapılan bir değerlendirme sistemi gibi bir şey canlandı kafamda.” (BÖA23)

“Yön verici olabilir değerlendirici sorularla mesela değerlendirdiğiniz kişinin düşüncelerini biçimlendirirsiniz gibi geliyor aklıma şu anda” (BÖA18)

“Duymadım ama anladığım kadarıyla açıklamaya çalışayım mı. Öğretmen derse girer öğretim yapar konusunu anlatır, konusunu anlattıktan sonra öğrencilerin öğrenip öğrenmediği hakkında sorular sorar. Soruları sorduktan sonra öğrencilerin bir şeyi öğrenip öğrenmediği hakkında veya bir şeyi yanlış öğrendiyse de o konuya tekrar dönüp onu düzelterek devam eder. Bu geliyor aklıma.” (BÖA15)

Biçimlendirici değerlendirmenin ne olabileceğine ilişkin etkinlikler öncesinde biyoloji öğretmen adaylarının yaptıkları yorumlar incelendiğinde bazı biyoloji öğretmen adaylarının “biçimlendirme” sözcüğünden yola çıkarak doğru noktalara parmak bastıkları görülmektedir. Bu durum lisans eğitimlerinde bazı kavramları duymuş olmalarına rağmen tam olarak farkında olmadıklarının veya daha önce biçimlendirici değerlendirme stratejilerinin kullanılmasına ilişkin bir farkındalığa sahip olmadıkları şeklinde yorumlanabilir.

4.2.4.2 Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait biçimlendirici değerlendirme problemlerinden elde edilen bulgular

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait temel bulgulardan biri de biri de etkinlikler esnasında

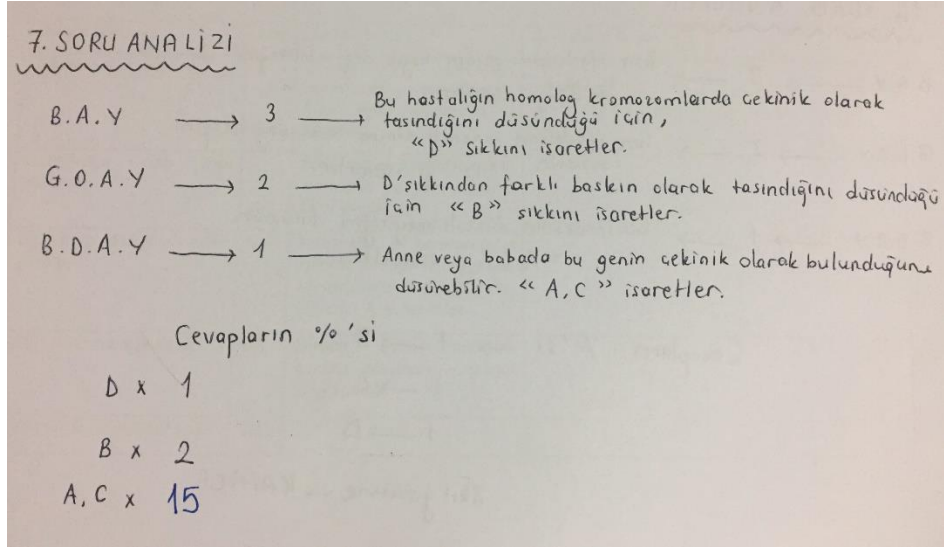
modern genetik öğrenme progresyonu yapılarına ilişkin oluşturdukları biçimlendirici değerlendirme problemleridir. Biyoloji öğretmen adayları etkinlikler sırasında grup çalışmalarında modern genetik öğrenme progresyonunun 12 yapısının genişletilmiş versiyonu olan 16 yapıya ilişkin birer biçimlendirici değerlendirme probu hazırlamışlardır. Etkinlikler süresince ise bu problemleri gözden geçirerek son halini vermişlerdir. Biyoloji öğretmen adaylarından LPA-MG2'deki sorulara benzer şekilde ilgili konuyla ilgili sıralanmış çoktan seçmeli formatta bir prob hazırlamaları istenmiştir. Ardından bu probu lise öğrencilerine yazılı bir şekilde uyguladıktan sonra analiz etmeleri istenmiştir. Bu yolla biyoloji öğretmen adaylarının değerlendirme bilgilerine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu yapılarındaki fikirlere ilişkin oluşturdukları problemlerin öncesi ve sonrası ile lise öğrencilerine uygulamalarından elde ettikleri bulgulara ait bir örnek Tablo 4. 56'da A1 yapısı için verilmektedir.

Tablo 4.56: A1 yapısına ilişkin biçimlendirici değerlendirme probunun öncesi, sonrası ve uygulama örneği

Yapı	İlk prob	Düzeltilmiş prob	Uygulama örneği
A1	<p>Araştırmacılar örümcek genlerini keçilere aktararak keçi sütünde, ipek liflerinin üretimini sağlamıştır. Üretilen bu ipek çok esnek, dayanıklı ve hafif olduğu için askeri giysilerde, tıbbi aletlerde ve tenis raketlerinin yapımında kullanılmaktadır.</p> <p>Bu çalışma ve sonuçlarına göre aşağıdaki çıkarımların hangisine ulaşamaz?</p> <p>A) Yalnızca bu geni taşıyan keçilerin sütlerinde ipek lifleri bulunabilir.</p> <p>B) Gen aktarılan keçilerin beslenme şekli değişiklik gösterir.</p> <p>C) Keçilerin beslenme şekli elde edilen ipek liflerinin kalitesini etkileyebilir.</p> <p>D) Bir gen farklı canlılarda aynı işlevi gösterebilir.</p>	<p>Örümceklerin ipek yapmak için kullandıkları ipek lifleri oldukça esnek, dayanıklı ve hafiftir. Bu sebeple bu ipek askeri giysilerde, tıbbi aletlerde ve tenis raketlerinin yapımında kullanılmaktadır. Bu iplikçikler özel bir ipek proteininden meydana gelmektedir. Araştırmacılar örümcekte bulunan bu proteinin sentezlenmesini sağlayan genleri keçilere aktararak keçi sütünde ipek liflerinin üretimini sağlamışlardır.</p> <p>Bir biyoloji öğretmeni biyoloji dersinde öğrencilerinden bu okuma parçasını okumalarını istemiş ve daha sonra onlara bu konuyla ilgili fikirlerini sormuştur. Sınıfta bulunan öğrencilerden bazılarının verdiği cevaplar şöyledir:</p> <p>A) Ali, örümceklerden keçilere gen aktarımının mümkün olamayacağını çünkü örümceklerin genleri olmadığını düşünmektedir.</p> <p>B) Simge örümceklerden keçilere gen aktarılsa bile bu genlerin keçinin hücrelerinde işlev görmeyeceğine, her canlının genlerinin kendine özgü olduğunu düşünmektedir.</p> <p>C) Naz, keçinin hücrelerinin örümcek genlerini kullanarak keçi sütünde ipek lifleri oluşmasını sağlayabileceğini düşünmektedir.</p> <p>D) Erdem, bu bilginin doğru olduğunu çünkü genetik materyalin yapısının tüm canlılarda aynı olduğunu ve çalışma mekanizmasının da aynı olacağını düşünmektedir.</p> <p>Hangi öğrencinin cevabı sizce en doğrudur. Cevabı işaretleyerek o şıkkı seçme nedeninizi açıklayınız.</p>	<p>Hangi öğrencinin cevabı sizce en doğrudur. Cevabı işaretleyerek o şıkkı seçme nedeninizi aşağıya açıklayınız.</p> <p>Bazı yiyeceklere aktarılan genler... Sonrası daha dayanıklı nesiller... Yetistire bileneşimiz gibi örümcekte bulunan proteinin keçinin sütünde salınmasını gen transferi ile sağlayabiliriz.</p> <p>Doyle bşşy mümkün olsa daha farklı Seçer de... yetle bilir bu örnek sn. bostlardan hem gen ve dna. vrs. sorulmuş... genlerin... q.ck birisı bısı birisi örümcek aralarında sat... büyük bir genetik fark var.</p> <p>Her canlıda baz. di. ziti farklı... farklı genler... sahiptikler. Örümceğin geni keçide işlev görmez.</p>

Etkinlikler sırasında biyoloji öğretmen adayları hazırlanan 16 probun düzenlemiş son halinin lise öğrencilerine uygulanmış şekline elde edilen bulguları analiz etmişlerdir. Her bir prob için hangi şıkkın “bilimsel akıl yürütme”, “gelişmekte olan akıl yürütme”, “başlangıç düzeyinde akıl yürütme”, “akıl yürütme açık değil” ve “akıl yürütme mevcut değil” kategorilerine girdiğini belirleyerek lise öğrencilerinden elde edilen cevapların %'sini belirlemişlerdir. Bu analize 17 lise öğrencisinin 7.soruya verdikleri cevabı analiz eden BETT grubunun örneği şu şekilde verilebilir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sırasında yaptıkları prob analizi örneği

4.2.4.3 Biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait son görüşmelerden elde edilen bulgular

Daha önceki bölümlerde açıklanan etkinliklerden sonra biyoloji öğretmen adaylarına şu sorular yöneltilmiştir.

- Bu etkinlikler boyunca “değerlendirme” ile ilgili fikirler değişti mi? Etkinlikler sizi zorladı mı veya daha önceden sahip olduğunuz ön bilgiler sizi etkiledi mi?
- Öğretmenlik mesleğine başladığınızda bu değerlendirmelerden ve aktivitelerden hangilerini kullanabileceğinizi düşünüyorsunuz?

Biyoloji öğretmen adaylarının 14'ü ilk soruda değerlendirmelerle ilgili daha önceden sahip oldukları düşüncelerin kendilerini zorlamadığını ifade etmişlerdir. Bu 14 biyoloji öğretmen adayının üçü daha önceki bilgilerinde bir değişim olmadığını, beşi daha önceki bilgilerinin pekiştiğini, sekizi ise daha önceki bilgilerinin tamamen değiştiğini ifade etmişlerdir.

Değerlendirmeye ilişkin daha önceki bilgilerinde bir değişim olmadığını ifade eden biyoloji öğretmen adaylarından biri şöyle demiştir:

“Zorlanmadım. Çünkü biçimlendirici değerlendirme eğitimini lisansta ölçme ve değerlendirme dersinde almıştık ve yeterince kavramıştık” (BÖA11)

Değerlendirmeye ilişkin daha önceki bilgilerinin pekiştiğini belirten bir biyoloji öğretmen adaylarından birinin açıklaması ise şöyledir:

“Değişmekten ziyade olumlu yönde pekişti diyebilirim. Değerlendirmenin bir çok farklı yolla yapılabileceğini ve öğrenciler için bu sürecin çok önemli olduğunu öğrendim.” (BÖA17)

Değerlendirmeye ilişkin daha önceki bilgilerinde bir değişim olduğunu ifade eden biyoloji öğretmen adaylarının örnek açıklamaları aşağıdaki gibidir:

“...değerlendirmenin sadece belli başı yazılı, sözlü vb. Araçlardan ibaret olduğunu zannederken bir çok değerlendirmenin olduğunu gördüm.” (BÖA4)

“değerlendirmeye farklı perspektiflerden baktım...bu kadar detaylı yapıldığını düşünmüyordum.” (BÖA25)

“Okul derslerinden edindiğim bilgiler doğrultusunda değerlendirmenin sadece not verme amaçlı yapıldığını biliyordum. Yeni öğrendiğim bilgiler değerlendirme türlerinin öğrenim hayatımdan sonra da etkin olarak kullanabileceğim şeyler olduğunu gördüm. Bu yüzden de zorlanmadım.” (BÖA15)

“...değerlendirmenin gerekliliğini anladım. Zorlayacak, uğraştıracak bir şey değil tam tersine öğretmenin işini kolaylaştırdığını ve öğrencilerin de buna göre konuyu daha iyi anladıklarını gördüm. Çünkü değerlendirme yapılmazsa konuyu anlat geç, diğer kısımlarda anlaşılmayan yerler olunca öğrenci yeni konuyu anlamakta zorlanıyor, dersten sıkılıyor...” (BÖA5)

Biyoloji öğretmen adaylarının 12'si ise ilk soruda değerlendirmelerle ilgili daha önceden sahip oldukları düşüncelerin kendilerini zorladığını ifade etmişlerdir. Bu 12 biyoloji öğretmen adayının yedisi çok zorlandığını belirtirken beş öğretmen adayı ise biraz zorlandıklarını belirtmişler ve hepsi bu zorlanmanın sebebinin önceki bilgilerinde yaşadıkları değişim olduğunu ifade etmişlerdir.

“Hem de nasıl değişti...Değerlendirme denen şeyi sadece sınav olarak nitelendiriyordum. Fakat bundan ibaret olmadığını gördüm. Etkinlikler de beni zorladı açıkçası... (BÖA8)

“Biraz zorladı. Çünkü daha genel düşünüyordum. Her zaman değerlendirmede sürecin hesaba katılması gerektiğini biliyordum. Fakat bilgi, hele ki karmaşık bilgi üzerinde değerlendirmeye gidildiği zaman yanlış kavramlar, eksik bilgiler dağ gibi karşımıza çıktı...” (BÖA24)

“...zorlu ve emek isteyen bir süreçti. Ben basit bir şey olduğunu düşünüyordum ve net sonuçlar ortaya çıkmaz sanırken detay gerektiren, şıkların bile önemli olduğunu onların bile bir anlam ifade ettiğine kadar öğrendim...” (BÖA20)

“Zorlandım ama keyifliydi benim için. Belli başlı konulardaki bilgilerimin yenilendiğini ve değiştiğini gördüm. Genetik konusunda biraz daha bilgiye sahip oldum.” (BÖA10)

İkinci soru olan “Öğretmenlik mesleğine başladığınızda bu değerlendirmelerden ve aktivitelerden hangilerini kullanabileceğinizi düşünüyorsunuz?” sorusuna biyoloji öğretmen adaylarının (N=26) 10'u tüm uygulamaları faydalı bulduklarını ve hepsini kullanabileceklerini belirtmişlerdir. BÖA 12 kodlu biyoloji öğretmen adayı bunu şöyle açıklamıştır:

“Şu an çok fark etmedik ama ileride hepsini kullanmamız gerekecek. Örneğin bir konuyu anlatmak için önce öğrenilmesi gereken kavramlar, sonra bu konuyla ilgili ön öğrenmeleri, öğrencilerde oluşabilecek kavram yanlışları, bunları gidermeye yönelik ne yapılabileceğini aşama aşama öğrendik. Bu süreç sonunda istasyon tekniğini ya da eğitsel oyunları düşünerek aktiviteler yaptırılmayı düşündük. Bu etkinliklere göre de öğrencilerin durumunu gözlemleyebiliriz. Yanlış yerleri düzeltebiliriz...” (BÖA12)

Dört biyoloji öğretmen adayı ise öğrencilerin derste işlenenleri anlayıp anlamadığına ilişkin ön-test/son-test ile değerlendirme yapmayı düşündüklerini ifade

etmişlerdir. Örneğin BÖA 17 kodlu biyoloji öğretmen adayı şöyle bir açıklama yapmıştır:

“Eğer bir gün bu mesleği yapıyor olursam her ünite başlangıcında ve bitişinde onların bilgilerini yoklamak ve öğrendiklerini ölçmek için testler yapacağım. Aynı zamanda eşleştirme, bulmaca gibi şeylerle de yapılabilir bu, hem de daha eğlenceli olur.” (BÖA17)

Biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri sırasında grup arkadaşlarından çok şey öğrendiklerini ifade ederek ileride grup çalışmaları yaptırıp onları değerlendirebileceklerini ifade eden dört biyoloji öğretmen adayı olmuştur. Buna ilişkin örnek ifade ise şöyledir:

“...küçük grup çalışmaları...Oluşturacağım heterojen gruptaki üyeleri kaynaştırabilirim. Biz de çok faydalandık bu grup çalışmalarından. Hem grup çalışması yaparlar sonrasında ise tartışmaya dayalı bir ders işlerim.” (BÖA8)

Biçimlendirici değerlendirme amacıyla hazırladıkları problemlerden çok faydalandıklarını ve bunların 100 üzerinden bir not vermekten daha faydalı olduğunu düşünen üç biyoloji öğretmen adayından birinin açıklaması şöyle olmuştur:

“Rubrik kullanmanın gerekli olduğunu düşünüyorum. Soruları değerlendirirken yaptığımız gibi. Nasıl akıl yürütüyor öğrenci? Hazırlama aşamalarını da öğrendiğime göre artık kullanabilirim. Hem de puan vermekten daha objektif geliyor bana.” (BÖA23)

Etkinlikler sonrasında kavram yanılgılarının önemini anladıklarını vurgulayarak buna odaklanacaklarını söyleyen ise iki biyoloji öğretmen adayı vardır. Üç öğretmen adayı ise hiçbirini kullanmayacaklarını ifade etmişlerdir. Ancak bunlardan ikisi ileride öğretmenlik yapmayı düşünmediklerinden kullanmayacaklarını belirtmişler, diğeri ise kendisi çok zorlandığından kullanmayı düşünmediğini söylemiştir. Buna ilişkin BÖA26 kodlu biyoloji öğretmen adayının açıklaması şöyledir.

“Bunları kullanabileceğimizi sanmıyorum. Bizi bile zorladı. Normal lise öğrencilerini çok zorlar” (BÖA26)

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin değerlendirme bilgilerine ait bulguların hepsi bir arada incelendiğinde etkinlikler

öncesinde çoğunlukla değerlendirmenin sınavla, notla yapılan bir şey olduğunu düşündükleri görülmüştür. Etkinlikler sonrasında ise değerlendirmeye ilişkin bakış açılarının çoğunlukla değiştiği ve süreci de değerlendirerek öğrencilerinin ihtiyaçlarına yönelik öğretim yapabilmenin öneminin, kavram yanılgılarının tespit edilerek giderilmesinin, konuya özgü farklı yöntem-teknik-stratejilerin bir arada kullanılmasının yani alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin farkına vardıkları söylenebilir. Bu bulgulardan hareketle biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinin son araştırmaya katılan son sınıf modern genetik öğrenme progresyonu temelli pedagojik alan bilgilerinin tüm alanlarına olumlu katkılar yaptığını da söylemek mümkündür.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu doktora çalışması son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının alan bilgilerine ve pedagojik alan bilgilerine modern genetik öğrenme progresyonu çerçevesi kullanılarak biçimlendirici etkinlikler tasarlama yolu ile katkı sağlama temelinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular biçimlendirici değerlendirme tasarlama temelli bir araştırmanın biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik alan bilgilerine ve pedagojik alan bilgilerinin doğasına katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca, bu doktora tezi katılımcıları işe koşacak sistematik etkinliklerin geliştirilmesi, etkinlikleri tamamlamak için katılımcılara destek sağlanması, biçimlendirici değerlendirmeleri öğretmenlik hayatlarında nasıl kendileri ve öğrencileri için daha faydalı hale getirebileceklerinin gösterilmesi ve modern genetik konularına öğrenme progresyonu ile daha bütüncül bir açıdan bakmalarının sağlanması yönleri ile modern genetik öğretmen eğitimi çalışmalarına katkı sağlamaktadır.

5.1 Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli Alan Bilgilerine İlişkin Sonuçlar

Kavramsal değişim genellikle öğrencilerin var olan bilgilerini yeniden yapılandırmaları ile ilişkilendirilmektedir. Buna karşın, kavramsal değişim sıklıkla öğretim sonrasında alan bilgisindeki değişimin ön-test son-test sonuçları ile ilişkilendirilmesiyle nispeten basit bir şekilde belirlenmektedir (Todd, Romine & Correa-Menendez, 2017). Ancak testlerde doğru cevabın sağlanması problemin anlaşıldığının bir göstergesi değildir çünkü öğrenciler bazı kişisel algoritmalar kullanarak sebep sonuç ilişkisi kurmadan veya kullandıkları kavramı tam olarak anlamadan soruyu doğru cevaplayabilmektedir (Hackling & Treagust, 1984; Kinnear, 1983). Bu çalışmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının hemen hemen hepsinin hem lisede hem de beş yıllık üniversite hayatları boyunca modern genetik ile ilgili çok sayıda ders aldıkları ve modern genetik öğrenme progresyonundaki kavramların hemen hemen hepsini öğrenim hayatları boyunca gördükleri düşünüldüğünde, var olan bilgilerini tespit etmek zorlaşmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar genetik konularında var olan yanlış fikirlerin yıllar süren öğrenim

hayatı sonrasında bile var olduğunu göstermektedir (Banet & Ayuso, 2000). Bu sebeple bu çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik konularında sahip oldukları alan bilgisinin belirlenmesinde standart testlerden farklı olarak her bir seçeneği modern genetik öğrenme progresyonunun bir seviyesi ile ilişkilendirilmiş olan sıralanmış çoktan seçmeli bir araç olan ÖPD-MG2 (Todd & Romine, 2016) Türkçe alanyazına kazandırılmış ve kullanılmıştır. ÖPD-MG2'nin herhangi bir öğretim müdahalesi yapılmayan 1.ön-test ve 2.ön-test olarak ve biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsünün adımları temele alınarak yapılan etkinliklerden sonra son-test olarak kullanılması ile elde edilen bulgular, etkinlikler öncesinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının bilgi düzeylerinin beklenenden düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum son sınıfa devam ediyor olsalar da etkinlikler öncesinde biyoloji öğretmen adaylarının modern genetikle ilgili konulara ait bütüncül bir alan bilgisine sahip olmadıklarına işaret etmektedir. Yapılan araştırmalar öğrencilerin genetik konularını kavrayamamasının genlerle ve genlerin canlı sistemlerdeki işlevlerine ilişkin modellerin tutarsız ve genellikle tarihsel olmayan bir şekilde (farklı amaçlar doğrultusunda oluşturulmuş ve belirli bağlamlarda işe koşulmuş çeşitli modellerden ziyade bir dizi doğrusal ve tutarlı gelişme şeklinde) sunulmasından kaynaklandığını göstermektedir (dos Santos vd., 2012). Bu tarihsel modeller genetik eğitiminde sıklıkla kullanılmasına rağmen öğrencilerin merkezi kavramları anlamasını zorlaştırarak aşırı basitleştirilmiş ve deterministik fikirlere yol açabilmektedir (Gericke & Hagberg, 2010). Öğrenme progresyonları fikri, içeriği organize ederek öğrenenlerin kavrayışlarında zamanla bir gelişme sağlayacak potansiyeller yolları tanımladığından (Smith vd., 2006; Duschl vd., 2007; Shin vd., 2009) biyoloji öğretmen adayları için de esasen bütünlüğü olan bir öğretim programı şeklinde iş görmüştür. Bu çalışma bu yönüyle hem biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe daha bütüncül bir çerçeveden bakabilmelerine imkân sağlamakta hem de dolaylı olarak öğrenme progresyonunun geçerliliğini test ederek, öğrenme progresyonu teorisinin doğasına da katkıda bulunmaktadır. Çalışmaya katılan biyoloji öğretmen adaylarının öğretmenin bakış açısıyla öğrenme progresyonunda tanımlanan temel kavramları, temel fikirleri, öğrencilerin sahip olabileceği yaygın kavram yanılgılarını, bunları giderebilecek özgün öğretim ve biçimlendirici değerlendirme stratejilerini keşfetmeye yönelik yaptıkları etkinlikler sonrasında ÖPD-MG2'den aldıkları puanlardaki artış, bu süreçte ortalama bilgi düzeyinden uzman bilgi düzeyine doğru ilerlediklerini göstermektedir. Bu sonuç

Todd, Romine ve Cook-Whitt (2017) tarafından ÖPD-MG2'nin birinci versiyonu kullanılarak lise öğrencilerinin ÖPD-MG ölçümlerinin 23 haftalık genetik öğretimi ile adım adım ve anlamlı bir şekilde geliştiğini gösterdikleri çalışmayı destekler niteliktedir.

Elde edilen bulgular yapılar düzeyine indirgenerek incelendiğinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarına yılın başında 1.ön-test olarak uygulanan ÖPD-MG2'den aldıkları en düşük puanların E (genetik bilgi yavrulara aktarılır), G1 (DNA tür içinde ve türler arasında varyasyon gösterir) ve G2 (Genetik bilgideki değişimler varyasyonun artmasıyla sonuçlanır ve evrimi tetikler) yapılarıyla ilgili olduğu görülmüştür (Tablo 4.16, 4.21 ve 4.24). Biyoloji öğretmen adaylarının E yapısından aldıkları düşük puanlar, başlangıçta genetik bilginin yavrulara aktarılması yani mayozun detayları ile ilgili bilgi eksiklikleri olduğunu göstermektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının mitoz ve mayozla ilgili kavramlarla ilgili karışıklıklar yaşadıkları ve bu konuların zor olarak nitelendirildiği daha önce yapılan birçok çalışmada da belirtilmektedir (örn: Bahar, Johnstone & Hansell, 1999; Çakır & Crawford, 2001; Freidenreich vd., 2011; Dikmenli, 2010). Banet ve Ayuso (2000; 2003) genetik bilginin yeri ve transmisyonu ile ilgili lise öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmalarda mitoz ve mayoz konularının kalıtım bilgisinin temeli olduğunu ve bu sebeple hücre bölünmesi sürecinin öğrencilerde kalıtım bilgisinin transmisyonu ile yakından ilişkilendirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Ayrıca, öğrencilerin mayoz ve haploid gametlerin oluşumu ve ovüller ile spermatozoidlerce taşınan kalıtım bilgisinin çeşitliliğini anlamalarının evrimin mekanizmalarını da daha iyi anlamalarını sağlayacağını belirtmektedirler. Varyasyon ve evrim ilişkisini gösteren G2 yapısından aldıkları düşük puanlar ise biyoloji öğretmen adaylarının biyolojinin merkezi fikirlerinden biri olan evrime ilişkin başlangıçtaki alan bilgilerinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Biyolojideki bu merkezi rolüne rağmen evrimin üniversite düzeyi dahil tüm öğrenim düzeylerindeki öğrenciler için kavramsal olarak zor olarak nitelendirildiği birçok çalışmanın sonuçlarında da vurgulanmaktadır (Smith, 2010; Kalinowski, Leonard & Andrews, 2010). Örneğin Speth vd. (2014) üniversite düzeyinde biyoloji öğrenimi gören öğrencilerle gerçekleştirdikleri çalışmada, biçimlendirici değerlendirme ve amaçlı dönütler uygulamalarına rağmen bir dönem boyunca genetik, evrim ve ekoloji dersinden sonra öğrencilerin üçte birinin evrimi doğal seleksiyon ile açıklayan

açımlayıcı çerçevelerine varyasyonun moleküler temelini entegre etmekte zorlandıklarını belirtmektedirler. Diğer bir taraftan bu doktora tezi bağlamında düşünüldüğünde araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adayları evrim konularını genellikle lise son sınıfın son döneminde görmüşler ve ÖPD-MG2 1.ön-test olarak uygulandığında henüz üniversitede evrim dersi almamışlardır. Bu durum ve ilgili alanyazın çalışmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının başlangıçta yaşadıkları bu zorluğu da açıklar niteliktedir.

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının yılın başında C1 (Proteinler hücre işlerini yapar) ve C2 (Proteinler genler ve özellikleri birbirine bağlar) yapılarından aldıkları puanların ise daha yüksek olduğu (Tablo 4.8 ve 4.11) görülmüştür. Bu durum üniversite düzeyindeki öğrencilerin (örn: Marbach-Ad, 2001; Todd & Romine, 2016), lise öğrencilerinin (örn: Duncan & Tseng, 2011; Todd & Kenyon, 2015) ve ortaokul öğrencilerinin (örn: Freidenreich vd., 2011) proteinlerin genler ve özellikleri birbirine nasıl bağladığını tanımlayamadığını gösteren çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ancak biyoloji öğretmen adaylarının proteinlerin işlevleri ile ilgili olan C1 yapısından da başlangıçta yüksek puanlar almış olmaları, proteinlerin işlevleri-gen-özellik bağlantısını gösteren C2 yapısından aldıkları puanın yüksek olmasının belirleyicisi olabilecek niteliktedir. Proteinler ve özellikleri, daha önce sözü edilen genetik modellerden (moleküler, mayotik ve genetik modeller, syf.30-31) moleküler modelin kapsamındadır ve bu model öğrencilerin genetik ve mayotik modellerin arasında ilişki kurabilmeleri için aracı bir rol oynamaktadır. Bu sebeple, biyoloji öğretmen adaylarının moleküler model kapsamındaki bu yapılardan aldıkları yüksek puanlar, araştırma sonrasında mayotik ve genetik modelleri de daha iyi anlamalarına katkı sağlamıştır.

Biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri sonrasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının ÖPD-MG2'den aldıkları puanlarda görülen artışın yapılar bazında istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına yönelik bulgular ise C2 ve F yapıları hariç diğer tüm yapılar için görülen farkın anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının C2 yapısına ait maddelerden başlangıçta da yüksek puanlar almış olmaları görülen farkın anlamlı olmamasına sebep olan faktör olarak değerlendirilmiştir. Ancak F yapısında ön-testler ve son test arasında puanlarda bir artış görülmesine rağmen bu artışın istatistiksel olarak anlamlı

olmaması biyoloji öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri sonrasında dominant ve resesif ilişkilerin protein etkileşimleri ile nasıl açıklandığını kavrayamadıklarını göstermektedir. Bu sonuç Todd (2014) tarafından modern genetik öğrenme progresyonunu test etmek üzere 10.sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmadaki sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

ÖPD-MG2 kullanılarak son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerinin belirlenmesi ile ilgili bütün sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, bu sonuçların öğrenme progresyonu araştırmalarında vurgulanan bir nokta olan bir konuya ilişkin kavrayışın gelişiminin hedefli öğretim programı ve öğretim gerektirdiği düşüncesini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

5.2 Son Sınıf Biyoloji Öğretmen Adaylarının Modern Genetik Öğrenme Progresyonu Temelli Pedagojik Alan Bilgilerine İlişkin Sonuçlar

Bu doktora çalışmasında son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli pedagojik alan bilgilerinin biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri öncesinde, süresince ve sonrasında belirlenmesinde ön görüşmeler, içerik gösterimleri, biçimlendirici değerlendirme problemleri ve son görüşmeler kullanılmıştır. Biyoloji eğitiminde pedagojik alan bilgisini incelemede tek bir yöntemden ziyade çoğunlukla karma yöntemin kullanıldığı özellikle görüşmeler, gözlemler, günlükler, ders planları, kavram haritaları, içerik gösterimleri, anketler, başarı testleri gibi çok çeşitli araçlar kullanıldığı yapılan birçok çalışmada göze çarptığından bu çalışmada da veri toplama araçlarının çeşitlendirilmesi yoluna gidilmiştir. Veri toplama araçlarının çeşitliliği incelenen bulguların bir bütün olarak yorumlanmasında zorluk yaşatabileceğinden her biri ayrı ayrı incelenerek sonuçların geçerliliğinin artırılmasına çalışılmıştır

Çalışmada ilgili alanyazında (örn. Abell, 2008; Magnusson vd., 1999) konuya özgü (topic-specific) bir bilgi türü olarak tanımlanan PAB bileşenleri modern genetik konuları bağlamında incelenmiştir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğretim

programı bilgisi, öğrencilerin zorluk yaşadıkları alanlara ilişkin bilgi, öğretim stratejileri bilgisi ve değerlendirme bilgisi bileşenlerinin incelenmesi ile özellikle konuya özgü PAB'ın doğasına katkı sağlanmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen PAB bileşenlerinin ilki olan “lise biyoloji öğretim programı bilgisi”ne yönelik bulgular *modern genetiğin kapsamı, modern genetik konularının dizilimi ve modern genetik konuları için erişilebilir öğretim programı kaynakları* olmak üzere üç alt bileşene ayrılarak incelenmiştir. Modern genetiğin kapsamına ilişkin elde edilen bulgulardan ilki katılımcıların modern genetiğin kapsamı ile ilgili sahip oldukları bilginin kaynağına yöneliktir. Bu bulgular etkinlikler öncesinde biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğin kapsamı ile ilgili bilgilerinin çoğunlukla öğretmenlik uygulaması derslerinde yaptıkları gözlemlerden geldiğini göstermiştir. Etkinlikler sonrasında ise son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının hemen hemen hepsi biçimlendirici değerlendirme etkinliklerini de modern genetiğin kapsamına ilişkin sahip oldukları bilgi kaynaklarına eklemiştir. Katılımcılardan ikinci olarak modern genetiğin kapsamına gireceğini düşündükleri 12 anahtar kavramı/konuyu listelemeleri istenmiştir. Biyoloji öğretmen adayları etkinlikler öncesinde bu listeyi ifade ederken özellikle kalıtım ve biyolojik çeşitlilik konularına ait olmak üzere çok sayıda ve çok çeşitli ilişkili/ilişkisiz kavrama dikkat çekmişlerdir. Bu çeşitlilik esasen öğretim programında vurgulanan anahtar kavramlara ve kazanımlara ilişkin bilgilerinin sınırlı ve yetersiz olmasından ileri gelmektedir. Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde (örn: Özden, 2008; Uşak, 2009) öğretmen adaylarının öğretim programı bilgisinin hem yeterli hem de yetersiz bulunduğu çalışmalara rastlanmıştır. Bu durum Uşak (2009) tarafından öğretmen eğitimi programının niteliğine vurgu yapılmasına neden olmuştur. Bu sebeple, katılımcıların etkinlikler öncesinde lise biyoloji öğretim programına ilişkin bilgilerinin yetersiz olması öğrenim gördükleri üniversitenin biyoloji öğretmen adaylarının öğretim programını tanımasına ve incelemesine gerekli önemi vermediğini göstermektedir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler süresince oluşturdukları içerik gösterimlerinden elde edilen bulgular ise başlangıçta belli bir konunun nasıl öğretileceğine ilişkin kapsamı ve derinliği belirlerken lise düzeyinde düşünme konusunda bazı zorluklar yaşadıklarını göstermiştir. Bu durum son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde özellikle modern genetik konularına ilişkin öğretim programına yeterince hakim olmadıklarından

programdaki sınırlılıklara dikkat etmediklerini ve program dışına çıktıklarını göstermiştir. Etkinlikler sonrasında ise son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının konularla/kavramlarla ilgili sahip oldukları bilgilerin arttığı ve ifade ettikleri konuların/kavramların modern genetik konuları ile daha ilişkili hale geldiği görülmüştür. Mesleki kariyerlerinin bu döneminde sınıf deneyimlerinin az olması öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerini sınırlayan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Hume & Berry, 2010). Ancak bu çalışmada biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsünün adımlarını izlerken oluşturdukları içerik gösterimleri son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin gelişimini sağlamak için iyi bir başlangıç olmuştur. İçerik gösterimleri öğretmen adaylarının modern genetik konularında ve gelecekteki öğrencilerini daha iyi tanıma anlamında kendilerine özgü bir pedagojik alan bilgisi oluşturmalarına imkân sağlamıştır. İçerik gösterimleri oluşturmanın öğretmenlerin bilgi ve becerilerini en iyi şekilde yansıtabilmelerini sağladığından öğretmen adaylarının ve göreve yeni başlayan öğretmenlerin PAB gelişimlerinde olumlu ve kalıcı etkileri olduğu yapılan birçok çalışmada da belirtilmektedir (örn: Hume & Berry, 2010; Loughran vd., 2006).

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğretim programı bilgilerine ilişkin incelenen ikinci alt bileşen olan modern genetik konularının dizilimine ilişkin bilgiye ait ön görüşme bulguları etkinlikler öncesinde adayların çoğunluğu tarafından tercih edilen dominant bir sıralamanın olmadığını göstermiştir. Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarından sadece ikisinin öğretim programındaki sıralamayı içeren kavramları/konuları ele alarak doğru bir sıralama yaptığı, bir öğretmen adayının ise evrimle ilgili bir konuya/kavrama yer vermeden programla uyumlu bir sıralama yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca, biyoloji öğretmen adaylarının hemen hemen hepsinin temel kavramlar/bileşenler ve hücre konularına ilk sırada yer verdikleri buna karşın üreme, kalıtım ve moleküler genetik konularının sıralanmasındaki farklılıkların dikkat çekici olduğu görülmüştür. Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi modern genetik öğrenme progresyonu yapıları sadece içeriği sunmakta ve çerçevede öğretim için belirlenmiş herhangi bir sıra vurgulanmamaktadır. Biyoloji öğretmen adaylarının üreme, kalıtım ve moleküler biyoloji konularını sıralamalarında görülen çeşitlilik modern genetik öğrenme progresyonu bağlamında incelendiğinde ilgili alanyazında da bu üç konunun öğretilmesinin hangi sırada olmasının en uygun olacağı konusunda

bir fikir birliği olmadığı görülmüştür. Örneğin Duncan ve ark. (2017) 11.sınıf öğrencileri ile yaptıkları modern genetik öğrenme progresyonu temelli çalışmada iki gruptan birine önce klasik (Mendel) genetiği konularını daha sonra ise moleküler genetik konularını, diğer gruba ise önce moleküler genetik daha sonra klasik genetik konularını vermişlerdir. Hangi sıranın öğrencilerin ihtiyaçlarını en iyi karşılayacağına odaklanan bu çalışmaya göre iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış olsa da moleküler genetik konularının önce işlendiği grupta az da olsa daha yüksek öğrenme olduğu belirlenmiştir. Yedinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen benzer bir çalışmada Duncan ve ark. (2014) öğrencilerin moleküler genetik konularını önce kavramasının Mendel genetiğini öğrenmelerine katkısının daha çok olduğu vurgulanarak moleküler genetiğin önce öğretilmesi gerektiği belirtilmiştir. Kurth ve Roseman da (2001) öğrenme progresyonlarında önerilen yörüngeler ile lise öğretim programlarında en çok kullanılan kavramlar, kapsam ve dizilim uyuşma göstermediğinden genetik konularında anlamlı öğrenme sağlanmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalar ve son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının konuların öğretilmesindeki mantıksal sıralamaları Türkiye biyoloji dersi öğretim programı açısından doğru olmasa da farklı bağlamlarda kabul görebileceğine ve öğretim programının gözden geçirilmesinin gerekliliğine işaret etmiştir.

Öğretim programı açısından incelenen üçüncü alt bileşen olan erişilebilir öğretim programı bilgisi bulguları ise etkinlikler öncesinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının internet kaynaklarına vurgu yaptıklarını göstermiştir. Etkinlikler sonrasında ise bu kaynaklara özellikle araştırma makalelerinin ve tezlerin de eklenmesi biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinin yaptığı olumlu katkılardan biri olarak görülmüştür. Biyoloji öğretmen adaylarının temel bilgi kaynağı olarak öğretim programının kendisini temel bilgi kaynağı olarak vurgulamamış olmaları da dikkat çekici noktalardan biridir. Üner (2016) deneyimli kimya öğretmenleri ile yaptığı doktora çalışmasında kimya öğretmenlerinin öğretimi planlarken öğretim programını temel bilgi kaynağı olarak kullandıklarını, programda var olan kazanımların ve sınırlılıkların farkında olduklarını ve farklı kimya konuları ile ilişki kurduklarını belirlemiştir. Mthethwa-Kunene (2014) ise genetik konularının öğretiminde öğretmenlerin öğretim programını ve ders kitabını birincil bilgi kaynağı olarak kullandıklarını belirtmiştir. Adadan ve Öner (2014) ise kimya öğretmenlerinin PAB progresyonlarını inceledikleri çalışmada öğretmenlerin süreçte fen

kavramlarını ve diğer konuları entegre ettiklerini ve dizilimle ilgili esnek olduklarını ancak erişilebilir kaynaklara yeterince hâkim olmadıklarını ve çoğunlukla kendilerine sunulan öğretim programı materyallerine dayanarak öğretim yaptıklarını belirtmişlerdir. Deneyimli öğretmenlerin öğretim programına, ders kitabına ve diğer hazır materyallere dayalı olarak öğretimlerini şekillendirdiklerini gösteren birçok çalışmaya rağmen bu çalışmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının bakış açılarının internet kaynakları, akademik kaynaklar ve teknolojik materyallere odaklanmış olması bilginin sürekli güncellendiği ve özellikle ülkemizde öğretim programlarının sık sık yenilendiği düşünüldüğünde umut verici görülmüştür. Diğer bir deyişle bu durum katılımcıların daha esnek ve yeniliklere açık birer öğretmen olma yolunda ilerlediklerini göstermiştir.

Çalışmada incelenen PAB bileşenlerinin ikincisi olan öğrencilerin modern genetikte zorluk yaşadıkları alanlara ilişkin bilgi ise *öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki deneyimleri ve fikirlerine ilişkin bilgi ve öğrenciler için zor olan modern genetik fikirleri* olmak üzere iki alt bileşene ayrılarak incelenmiştir. Öğrencilerin modern genetikle ilgili başlangıçtaki deneyimlerine ilişkin bilgi ise kavram yanlışlarının ne olduğu, nasıl tespit edilebileceği, nasıl giderilebileceği ve öğrencilerin sahip olabileceği yaygın kavram yanlışlarının neler olabileceği odaklı olarak incelenmiştir. Kavram yanlışlarının ne olduğuna ilişkin etkinlikler öncesinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarından elde edilen bulgular adayların kavram yanlışlarını genellikle 'bilgiyi kendine göre yorumlama' olarak ifade etme noktasında kaldıkları görülmüştür. Kavram yanlışları alanyazında öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kavramları kendilerine uygun bir şekilde yorumlamaları ve bilimsel kavramlara bakış açılarının bilim insanları tarafından kabul edilenlerden farklı olması şeklinde tanımlandığından burada hiçbir son sınıf biyoloji öğretmen adayının bilimsel olarak tanımlanandan farklı olmasına vurgu yapmadığı dikkat çekici olmuştur. Etkinlikler sonrasında ise bazı son sınıf biyoloji öğretmenleri kavram yanlışlarının ne olduğuna ilişkin tanımlarını yaparken kavram yanlışlarının dirençliliğine vurgu yapmaya başladıkları görülmüştür. Buradan daha önceden herhangi bir tanımlama yapamayan veya tanımına yeni elemanlar ekleyen katılımcıların biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri süresince kavram yanlışlarına bir anlam yüklemeye başladıkları ve var olan anlayışlarının değişmeye başladığı sonucuna ulaşılmıştır. Larkin (2012) öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği

çalışmasında katılımcıların öğrenci fikirlerini içeriğin kapsamına kanıt, kavramaya engel olan şeyler, öğrencileri düşünmeye, ilgi duymaya ve aktiviteye başlatacak araçlar, olumlu bir sınıf ortamı yaratacak elemanlar ve öğrenmenin hammaddesi olarak gördüklerini belirlemiştir. İlgili alanyazında öğretmen adaylarının ve öğrencilerin öğrenci fikirlerine bakış açılarının önemine vurgu yapıldığından araştırmaya katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının öğrenci fikirlerini öğretimi zenginleştirmek için nasıl kullanabileceklerine ilişkin bakış açılarının gelişmeye ihtiyaç duyduyu görülmüştür.

Modern genetik konularına ilişkin öğrencilerin sahip olabileceği yaygın kavram yanlışları noktasına gelindiğinde ise son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde az sayıda kavram yanlışının veya öğrenme zorluğunun farkında oldukları görülmüştür. Çalışma grupları etkinlikler süresince oluşturdukları içerik gösterimlerini yapılandırırken kullandıkları araştırma makaleleri, tezler, internet kaynakları gibi araçlar ile daha fazla sayıda öğrenci fikrine aşına olmaya başlamış, biçimlendirici değerlendirme problemlerini hazırlarken ise daha spesifik sonuçlar ortaya çıkmıştır. Diğer bir deyişle tek bir konuya/kavrama/fikre odaklanıldığında biyoloji öğretmen adayları daha üretken hale gelmişlerdir. Öğrencilerin bir konuya ilişkin sahip oldukları fikirlerin öğretmenler tarafından bilinmesi öğretim stratejileri bilgisi ile birlikte PAB'ı oluşturan en önemli bileşenler olarak ilgili alanyazında da sıklıkla belirtilmektedir (Park & Chen, 2012). Diğer bir deyişle öğretmenlerin PAB gelişimlerini desteklemek için bu iki bileşen ve aralarındaki ilişki gelişim için hedef alanlar olarak seçilmeli, öğretmenlere öğrencilerin kavram yanlışlarını ve öğrenme zorluklarını belli konularda analiz etmeleri için fırsatlar verilmelidir (Clermont, Borko & Krajcik, 1994; Park, 2012; van Driel vd., 1998). Bu doktora çalışmasına katılan son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsünün adımlarını izlerken içerik gösterimi ve biçimlendirici değerlendirme problemlerini oluşturma sürecinde öğrencilerin modern genetikte sahip olabilecekleri kavram yanlışlarının ve öğrenme zorluklarının farkına varılmalarının sağlanabilmiş olması da PAB gelişimleri için önemli bir adım olarak görülmüştür.

Öğrenciler için zor olan modern genetik konuları noktasına gelindiğinde ise son sınıf biyoloji öğretmen adayları öğrencilerin zorluk yaşama sebepleri olarak

etkinlikler öncesinde kendisinin de öğrenirken zorlanması, üniversitede aldıkları konuya ilişkin derslerin yetersiz olması, konunun matematiksel hesaplamalar içermesi ve konunun çok sayıda kavram içermesi noktalarına dikkat çekmişlerdir. Bu durum biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde kendilerini modern genetik konularını öğretmede yetersiz gördüklerini ve kendileri lise öğrencisiyken o konuları öğrenmekte zorlandıklarından gelecekteki öğrencilerinin veya şu andaki öğrencilerin de o konularda zorlanacaklarını düşündüklerini göstermiştir. Ayrıca hiçbir biyoloji öğretmen adayı öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgilerinin, hazırbulunuşluklarının veya kavram yanılgılarının öğrenmeyi zorlaştıracak bir faktör olduğunu ifade etmemiştir. Tüm bu bulgulardan yola çıkarak biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler öncesinde öğrenciler için zor olan modern genetik konularına ilişkin bilgilerinin yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Biçimlendirici değerlendirme etkinlikler sonrasında ise katılımcıların öğrenciler için zor olan fikirler olarak en sıklıkla ifade ettikleri konuların farklılaşarak daha spesifik ve ilişki odaklı olduğu görülmüştür. Ayrıca katılımcıların belirttikleri konuların modern genetik öğrenme progresyonu yapılarından seçilmiş olması da konunun kapsamını ve doğasının daha iyi bir görüşüne sahip olmaya başladıklarının bir göstergesi sayılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında yaşadıkları bu değişim ve zorluk sebebi olarak genellikle “öğrencilerin konu ile ilgili çok sayıda kavram yanılgısı” olduğunu belirtmeleri etkinliklerin etkisi olarak değerlendirilmiştir. Ön görüşmelerde çoğunlukla kendileri konuyu öğrenmekte zorlandıkları için öğrencilerin de zorlanabileceğini ifade eden biyoloji öğretmen adaylarının son görüşmelerde saydıkları zorluk sebepleri incelendiğinde bir öğretmen gözüyle bakmaya başladıkları ve öğrencilerin zorluk yaşayabileceği alanlara ilişkin bilgilerini artırdıkları görülmüştür. İlgili alanyazında öğretmenlerin öğrencilerin zorluk yaşadıkları alanları ve öğrenmeye direnç gösterdikleri noktaları belirlemelerinde en önemli kaynaklardan birinin mesleki deneyim olduğu belirtilmektedir (Üner, 2016; Walter, 2013). Bu doktora çalışmasına katılan son sınıf biyoloji öğretmenlerinin bu süreçte öğrencilerin zorluk yaşayabileceği alanlara ilişkin bilgilerinin artmış olması ileride bu kavram yanılgılarını ve öğrenme zorluklarını göz önüne almaları için bir fırsat sağlayarak onlara mesleki deneyim kazandırma anlamında bir başlangıç noktası olmuştur.

Çalışmada incelenen PAB bileşenlerinin üçüncüsü ise modern genetiğe ilişkin öğretim stratejileri bilgisidir. Bu bilgiye ilişkin olarak katılımcılardan öğretmenlik uygulaması dersinde gözlemledikleri biyoloji öğretmenin kullandığı kendilerinin kullanmayı düşündükleri yöntem/teknik/stratejiler ile ilgili bilgi alınmıştır. Etkinlikler öncesinde son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının kendilerinin kullanmayı düşündükleri öğretim stratejileri incelendiğinde ilk olarak bunların öğretmenlik uygulamasında takip ettikleri öğretmenlerinkinden farklı olduğu dikkat çekmiştir. Öğretmenlerin kullandıkları stratejiler genellikle öğretmen merkezli iken biyoloji öğretmen adaylarının yöntem olarak ifade ettikleri laboratuvar çalışmaları, akıllı tahta, videolar, animasyonlar, soru-cevap ve kendi hazırlamayı düşündükleri materyaller hem öğretmen merkezli hem de öğrenci merkezli olduğu ancak bunların çoğunlukla konuya özgü olmadığını görülmüştür. Elde edilen bulgular etkinlikler öncesinde biyoloji öğretmen adaylarının öğretim stratejilerine ilişkin bilgilerinin kendi gözlemlerinin ötesinde olduğu yani sadece öğretmenlik uygulamasında yaptıkları gözlemlerden değil öğrenim hayatlarında aldıkları eğitim bilimleri ve alan eğitimi derslerinden de etkilendiğini ancak sahip oldukları bilginin yine de çok çeşitlenmediği ve konuya özgü olmadığı belirlenmiştir. Etkinlikler sonrasında elde edilen bulgular ise ön görüşmelerde hem öğretmen merkezli hem de öğrenci merkezli yöntem/strateji/teknikler ifade eden son sınıf biyoloji öğretmen adayları son görüşmelerde daha çok öğrenci merkezli, konuya özgü stratejilere vurgu yaptıkları görülmüştür. Ayrıca ifade edilen strateji/yöntem/tekniklerin çeşitliliğinin ve tek bir yaklaşımdan ziyade birçok yöntem, teknik ve stratejinin kullanılmasının öneminin farkına varmış olmaları da biyoloji öğretmen adaylarının bu konudaki bilgilerinin etkinliklerde artmış olduğunun göstergesi sayılmıştır. Loughran vd. (2008) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının daha önce anlatmadıkları ve derinlemesine alan bilgisine sahip olmadıkları konularla karşılaştıklarında memnuniyetsizlik yaşasalar bile daha aktarım odaklı bir yaklaşımı benimsediklerini belirtmişlerdir. Bradfield ve Hudson (2012) da öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması derslerinde yaptıkları gözlemlerden sonra öğrenme bağlamı, insan kaynaklarını yönetme, sınıf yönetimi senaryoları ve çeşitli öğretim araçlarına ve kaynaklarını kullanmaya odaklandıklarını belirtmişlerdir. Wilke ve Losh (2012) ise farklı alanlardan öğretmen adayları ile öğretim stratejilerini planlama konusunda yaptıkları çalışmada planlı öğretim stratejilerini oluşturmada öğretmenlik alanının etkisinin az olduğunu ve belirli bir alan için dominant bir stratejinin öne çıkmadığını belirlemişlerdir. Bu

doktora çalışmasına katılan biyoloji öğretmen adaylarının da biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri yoluyla süreçte daha öğrenci merkezli bir yaklaşıma doğru ilerlemeleri ve daha çeşitli öğretim stratejilerinin farkına varmaları PAB'lerinin öğretim stratejileri bileşenine katkı sağlamış olması ilgili alanyazındaki çalışmalarla paralellik göstermiştir. Ancak çalışmanın bir kısıtlılığı olarak bu öğretim stratejilerini sınıf içinde gerçekten kullanıp kullanmayacaklarını veya doğru bir uygulama yapıp yapamayacaklarının gözlenmemiş olması bir tartışma noktası olarak kalmıştır.

Çalışmada ele alınan dördüncü ve son PAB bileşeni olan değerlendirme bilgisi ise son sınıf biyoloji öğretmen adayları ile gerçekleştirilen biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri nedeniyle spesifik olarak *biçimlendirici değerlendirme* bilgisine odaklanmıştır. Bu bileşen ile ilgili olarak etkinlikler öncesinde katılımcıların çoğunluğunun biçimlendirici değerlendirmenin ne olduğuna ilişkin bir fikirlerinin olmadığı ve bazılarının ise biçimlendirici sözcüğünden yola çıkarak yorum yapan biyoloji öğretmen adaylarının olduğu görülmüştür. Etkinlikler sonrasında ise bu konuya ilişkin son sınıf biyoloji öğretmenlerine bir soru yöneltilmemiş daha çok etkinliklerle ilgili deneyimlerine odaklanılmıştır. Buna göre son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetiğe ilişkin biçimlendirici değerlendirme bilgilerine ait bulgular etkinlikler öncesinde çoğunlukla değerlendirmenin sınavla, notla yapılan bir şey olduğunu düşündüklerini göstermiştir. Etkinlikler sonrasında ise değerlendirmeye ilişkin bakış açılarının çoğunlukla değiştiği ve süreci de değerlendirerek öğrencilerinin ihtiyaçlarına yönelik öğretim yapabilmenin öneminin, kavram yanılıklarının tespit edilerek giderilmesinin, konuya özgü farklı yöntem-teknik-stratejilerin bir arada kullanılmasının yani alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin farkına vardıklarına işaret etmiştir. Bu sonuçlar Bentz (2014) tarafından öğretmen adaylarının biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını geliştirmeye yönelik yapılan doktora çalışmasının bulgularıyla da paralellik göstermektedir. Bentz'in (2014) çalışmasına göre biçimlendirici değerlendirme eğitimi verildikten sonra öğretmen adayları örnek olay çalışmalarını değerlendirmeye, biçimlendirici değerlendirme kavramlarının ve stratejilerinin eksikliğini sorgulamaya ve kendi örnek olaylarında biçimlendirici değerlendirme kavramlarını ve stratejilerini uygulamaya başlamışlardır.

Son sınıf biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli pedagojik alan bilgilerine ilişkin tüm bulgular biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü adımlarının biyoloji öğretmen adaylarının ele alınan tüm PAB bileşenlerine yönelik bilgilerine olumlu katkılar sağladığını göstermektedir. Yapılan birçok çalışmada da PAB bileşenlerinin arasındaki etkileşime ve birlikte gelişimlerine vurgu yapılmaktadır. Örneğin Hanuscin, Lee ve Akerson (2010) öğrenci bilgisinin değerlendirme bilgisini etkilediğini çünkü daha iyi bir değerlendirme yapmanın öğretmenlerin öğrencilerin kavramakta zorlandıkları yerleri anlamalarına olanak sağladığını belirtmektedir. Aynı doğrultuda öğretmenler öğrencilerini daha iyi tanıdıklarında daha uygun öğretim stratejilerini işe koşmaktadırlar. Ayrıca, çalışmadan elde edilen sonuçlar özelde biyoloji öğretmeni genelde öğretmen yetiştirme eğitiminde biçimlendirici değerlendirmelerin öğretilmesine ve içerik gösterimlerinin kullanılmasına ilişkin mevcut alanyazını güçlendirmiştir.

6. ÖNERİLER

6.1 Öğretmen Yetiştirmeye Yönelik Öneriler

Öğretmen adaylarının spesifik konularda pedagojik alan bilgilerini inceleyen az sayıda çalışma bulunduğundan bu çalışmadan elde edilen bulguların ve sonuçların ilgili alanyazına önemli katkılar sağladığı düşünülmektedir. Biyoloji öğretmen adayları mezun olduktan hemen sonra biyoloji öğretmeni olarak çalışmaya başlayabilecekleri için pedagojik alan bilgilerinin doğasının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu sebeple de öğretmen adaylarının pedagoji bilgisi, sınıf yönetimi ilkeleri ve stratejileri, konu alanı bilgisi gibi alanlarda zenginleşmesi önemli hale gelmektedir. Öğretmen eğitimcilerinin, öğretim programı geliştiricilerinin ve diğer paydaşların pedagojik alan bilgisinin hiçbir bileşenini önemsiz görmeyerek birlikte gelişimlerini desteklemeleri gerekmektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak öğretmen eğitimine yönelik şu öneriler yapılabilir:

- Öğretmen eğitiminde öğretmen adaylarının önceden sahip oldukları kavrayışların belirlenmesi kritiktir. Eğer kavram yanılgıları varsa ilerideki öğrencilerine de içeriği yanlış bir şekilde kazandırmaları olasıdır. Bu sebeple de biyoloji eğitiminde öğrencilerin zorluk yaşadıkları önemli alanların belirlenerek öğretmen adaylarına bunların öğretimlerini ve kendi kavrayışlarını şekillendirecek şekilde kazandırılması öğretmenin önemli sorumluluklarından biri olarak görülmelidir.
- Son sınıfa devam etmekte olan biyoloji öğretmeni adaylarının oldukça uzun yıllar boyunca modern genetikle ilgili çeşitli dersler almış olmalarına rağmen alan bilgilerinin sınırlı olması teorik bilgilerin öğretmen adaylarına kazandırılmasında birtakım aksaklıklar olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının deneyimleri sonucu alan bilgilerinin arttığı görüldüğünden öğretmen eğitimi yapan üniversitelerde programlar gözden geçirilerek her ders

için teori ve uygulamanın yanında o konunun nasıl öğretilbileceğine ilişkin de dersler (genetik öğretimi gibi) konulması önerilmektedir.

- Bazı öğretmen adayları etkinliklerde özellikle makale ve tez inceleme, grup çalışması yapma, soru yazma, içerik gösterimi oluşturma gibi adımlarda zorlandıklarını belirttiklerinden öğretmen eğitimi programlarında bu becerilerin kazandırılmasına yönelik derslere eğitim bilimleri ve alan eğitimi derslerine daha çok yer verilmesi gerekliliğini göstermektedir. Ayrıca bu derslerin öğrendikleri teorik bilgileri uygulama fırsatı da sunması önerilmektedir.
- Son sınıf biyoloji öğretmenlerinin pedagojik alan bilgilerinin yetersiz olma sebeplerinden biri olan deneyim eksikliğini gidermek için ise öğretmenlik uygulaması derslerinde onlara daha çok gözlem ve daha çok uygulama yapma fırsatı sunulmalıdır. Öğretmenlik uygulaması derslerinde kullanılan föylerin düzenlenmesi ve farklı, güncel yöntem ve tekniklerin uygulamaya yansımalarının desteklenmesi gerekmektedir. Öğretmen adayları böylece lisans derslerinde öğrendikleri yeni yaklaşımları uygulama fırsatı bulabileceklerdir.

6.2 Araştırmalara Yönelik Öneriler

Öğrenme progresyonu araştırmaları alanyazında popülerliğini günden güne artırırken Türkiye’de konuyla ilgili çalışmalar oldukça yetersiz görünmektedir. Konunun daha kapsamlı bir şekilde ele alınarak yeni büyük fikirler etrafında var olan öğrenme progresyonu çerçevelerinin revize edilmesi veya ihtiyaca yönelik yeni öğrenme progresyonları geliştirilmesi faydalı olacaktır. Gelecekteki çalışmalara yönelik olarak ayrıca şu öneriler yapılabilir:

- Modern genetik öğrenme progresyonunun ‘eğitici öğrenme progresyonu’ şekline dönüştürülerek öğretmen adaylarına ve öğretmenlere yol gösterici bir araç olarak sunulmasının genetik eğitimi için önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir. Ayrıca biçimlendirici değerlendirme tasarlama döngüsü öğretmenlere de

hizmetiçi eğitimler yoluyla kazandırılarak hem alan bilgilerinin hem de pedagojik alan bilgilerinin gelişimi sağlanmalıdır.

- Bu çalışma bir üniversitede öğrenim gören öğretmen adayları ile gerçekleştirildiğinden çalışmanın farklı öğretmen adayı gruplarıyla tekrarlanarak geliştirilmesi elde edilen bulguların ve sonuçların güvenilirliğini artıracaktır.
- Alanyazında biyoloji, fizik, kimya, astronomi gibi konularda geliştirilmiş öğrenme progresyonları bulunduğundan bunların da öğretmen adayları ve öğretmenlerle birlikte çalışılarak revize edilmesi ve daha önceden çalışılmamış öğrenme progresyonu çerçevelerinin geliştirilmesi önerilmektedir. Böylece öğretim programı, öğretim ve değerlendirme arasında daha anlamlı köprüler kurulması yolunda adımlar atılabilir.

7. KAYNAKLAR

Abd-el-Khalick, F. (2006). Preservice and experienced biology teachers' global and specific subject matter structures: Implications for conceptions of pedagogical content knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 1-29.

Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. (eds: S.K. Abell and N.G. Lederman), *Handbook of research on science education*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 1105–1149.

Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30, 1405–1416.

Abell, S. K. & Siegel, M. A. (2011). Assessment literacy: What science teachers need to know and be able to do. (In D. Corrigan, J. Dillon, & R. Gunstone (Eds.), *The professional knowledge base of science teaching*, London, UK: Springer, 205–221.

Acra, E. (2006). Assessing genetic literacy in undergraduates. Unpublished master thesis, University of Cincinnati, OH.

Adadan, E. & Öner, D. (2014). Exploring the progression in preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge representations: The case of "behavior of gases". *Research in Science Education*, 44(6), 829-858.

Ainsworth, L. & Viegut, D. (2006). *Common formative assessments, How to connect standards-based instruction and assessment*. Thousand Oaks, CA, Corwin.

Allchin, D. (2002). "Dissolving Dominance." (In Lisa Parker and Rachel Ankeny (Eds.), *Mutating Concepts, Evolving Disciplines: Genetics, Medicine, and Society*. Dordrecht: Kluwer, 43-61

Allen, M. (2010). Learner error, affectual stimulation, and conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (2), 151-173.

Alonzo, A. C. (2010). Considerations in using learning progressions to inform achievement level descriptions. *Measurement*, 8, 201-208.

Alonzo, A. C. (2011). Learning progressions that support formative assessment practices. *Measurement*, 9, 124–129.

Alonzo, A. C. (2012). Eliciting Student Responses Relative to a Learning Progression: Assessment Challenges. (In A. C. Alonzo and A. W. Gotwals (Eds.), *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 241–254.

Alonzo, A. C. & Elby, A., (2015). One physics teacher's use of a learning progression to generate knowledge about his students' understanding of force and motion. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Chicago, IL.

Alonzo, A. C. & Gotwals, A. W. (Eds.). (2012). *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*. New York: Springer Science & Business Media.

Alonzo, A. C. & Steedle, J. T. (2008). Developing and assessing a force and motion learning progression. *Science Education*, 93(3), 389–421.

Alonzo, A. C., Neidorf, T. & Anderson, C. W. (2012). Using learning progressions to inform large-scale assessment. (In A. C. Alonzo and A. W. Gotwals (Eds.), *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 211–240.

American Association for the Advancement of Science. (2001). *Atlas of science literacy: Mapping K-12 learning and goals* (2nd ed.). Washington: Author.

Ana C. Stephens, Nicole Fonger, Susanne Strachota, Isil Isler, Maria Blanton, Eric Knuth & Angela Murphy Gardiner (2017) *A Learning Progression for*

Elementary Students' Functional Thinking, *Mathematical Thinking and Learning*, 19:3, 143-166, DOI:10.1080/10986065.2017.1328636.

Anderson, C. W., Mohan, L. & Sharma, A. (2005). Developing a learning progression for carbon cycling in environmental systems. *Paper presented at the symposium of pathways to scientific teaching in ecology education*, Montreal, Canada.

Andrich, D. (1978a). Application of a psychometric model to ordered categories which are scored with successive integers. *Applied Psychological Measurement*, 2, 581-594.

Andrich, D. (1978b). A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika*, 43, 561- 573.

Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Research in Science Education*, 33, 1–25.

Arrington, N.M. & Lu, H.-L. (2015). Assessing our students assessing their students: Support and impact of preservice teachers on P-5 student learning. *The Teacher Educator*, 50, 9-30.

Avery, O.T., MacLeod, C.M. & McCarty M. (1944). Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types. Induction of transformation by a deoxyribosenucleic acid fraction isolated from pneumococcus type III. *Journal of Experimental Medicine*, 79, 137-158.

Aydın, S. & Boz, Y. (2010). Pre-service elementary science teachers' science teaching efficacy beliefs and their sources. *Elementary Education Online*, 9(2), 694–704, 2010.

Bahar, M., Johnstone, A. H. & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84–86.

Bain, J. D., Mills, C., Ballantyne, R. & Packer, J. (2002). Developing reflection on practice through journal writing: Impacts of variations in the focus and level of feedback. *Teachers & Teaching: Theory and Practice*, 8(2), 171-196.

Baker, W. P. & Lawson, A. E. (2001). Complex instructional analogies and theoretical concept acquisition in college genetics. *Science Education*, 85(6), 665–683.

Banet, E. & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy about teaching the location of inheritance information. *Science Education*, 84, 313-351.

Banet, E. & Ayuso, E. (2003). Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *International Journal of Science Education*, 25(3), 373-407.

Battista, M. T. (2011). Conceptualizations and issues related to learning progressions, learning trajectories, and levels of sophistication. *The Mathematics Enthusiast*, 8 (3): 507–570.

Baxter, J. A. & Lederman, N. G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. (In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science teaching*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 147-161.

Bell, B. & Cowie, B. (2001). *Formative assessment and science education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Bennett, R. E. (2011). Formative assessment: A critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(1), 5–25.

Bentz, A. (2014). Using case method to explicitly teach formative assessment in preservice teacher science education. Doctoral Dissertation, *Western Michigan University, Mallinson Institute for Science Education*, Kalamazoo, MI.

Berland, L. K & Reiser, B. (2008). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26 – 55.

Berland, L.K. & McNeill, K.L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94, 765–793.

Beyer, C. J., Delgado, C., Davis, E. A. & Krajcik, J. S. (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.

Bianchini, J. A., Johnston, C. C., Oram, S. Y., & Cavazos, L. M. (2003). Learning to teach science in contemporary and equitable ways: the successes and struggles of first-year science teachers. *Science Education*, 87, 419-443.

Black, P. & Wiliam, D. (1998b). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139–148.

Black, P., & Wiliam, D. (1998a). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1),7–74.

Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & Wiliam, D. (2004). Working inside the black box: Assessment for learning in the classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 8–21.

Black, P., Wilson, M., & Yao, S.-Y. (2011). Roadmaps for learning: A guide to the navigation of learning progressions. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 9, 71–123.

Bowen, Glenn A. (2009) "Document Analysis as a Qualitative Research Method". *Qualitative Research Journal*, 9 (2), 27-40.

Bowling, B. V., Acra, E. E., Wang, L., Myers, M. F., Dean, G. E., Markle, G. C., ... Huether, C. A. (2008). Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics*, 178(1), 15–22.

Bradfield, K., & Hudson, P. (2012, August). Examining teaching strategies within preservice teachers' practicum experiences. Paper presented at the 19th International Conference on Learning, London, England.

Briggs, D. C., Alonzo, A. C., Schwab, S., & Wilson, M. (2006). Diagnostic assessment with ordered multiple-choice items. *Educational Assessment*, 11, 33-63.

Briggs, D.C. & Alonzo, A.C. (2009, June). The psychometric modelling of ordered multiplechoiceitem responses for diagnostic assessment with a learning progression. *Paper presented at the Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference*, Iowa City, IA

Brown, C.R. (1995). *The Effective Teaching of Biology*. New York: Longman Publishing.

Brown, M.H., & Schwartz, R. S (2009). Connecting photosynthesis and cellular respiration: Preservice teachers' conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (7), 791–812.

Bulunuz, M., & Bulunuz, N. (2013). Fen öğretiminde biçimlendirici değerlendirme ve etkili uygulama örneklerinin tanıtılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10 (4), 119-135.

Burgoon, J. N., Heddle, M. L. & Duran, E. (2011). Re-examining the similarities between teacher and student conceptions about physical science. *Journal of Science Teacher Education*, 21(7), 859-872.

Campanile, M.F., Lederman N.G. & Kampourakis, K. (2015). Mendelian genetics as a platform for teaching about nature of science and scientific inquiry: the value of textbooks, *Sci & Educ*, 24, 205–225

Canino, G. & Bravo, M. (1999) The translation and adaptation of diagnostic instruments for cross-cultural use. (In D. Shaffer, C. P. Lucas, & J. E. Richters (Eds.),

Diagnostic assessments in child and adolescent psychopathology. New York: Guilford Press, 285 – 298.

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.

Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? (In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 257-291.

Carlson E.A. (2004). *Mendel's legacy: the origin of classical genetics*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.

Carlson, E.A. (1966). *The gene: A critical history*. Philadelphia & London: W.B. Saunders.

Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. In W.R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 291–310). New York: Macmillan.

Carter, K. (1993). The place of story in the study of teaching and teacher education. *Educational Researcher*, 22(1), 5–12.

Castro-Faix, M., Rothman, J., Seryapov, R. & Duncan, R. G. (2016). Data driven refinements of a genetics learning progression: Mapping an understanding of classical genetics. *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Baltimore, MD.

Castro-Faix, M., Rothman, J., Seryapov, R., & Duncan, R. G. (2016). Data driven refinements of a genetics learning progression: Mapping an understanding of classical genetics. *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Baltimore, MD.

Catley, K., Lehrer, R. & Reiser, B. (2005). Tracing a prospective learning progression for developing understanding of evolution. *Paper Commissioned by the*

National Academies Committee on Test Design for K-12 Science Achievement, Washington, DC National Academies.

Cavallo, A.M.L. & Schafer, L.E. (1994). Relationships between students' meaningful learning orientation and their understanding of genetics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 393-418.

Cavallo, J. (1996). Meaningful Learning, reasoning ability and student understanding and problem solving of topics in genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 625-656.

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Children's responses to anomalous scientific data: How is conceptual change impeded? *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 327-343.

Choi, J.J., Duncan, R. G., Castro-Faix, M. & Cavera, V. L. (2016a). Validity evidence for assessments of a genetics learning progression. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Washington, DC.

Choi, J., Duncan, R G., Castro-Faix, M., Cavera V. (2016b). Using alternative instructional sequences to test a learning progression in genetics. *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Baltimore, MD.

Christensen, L.B. (2007). *Experimental methodology* (10th edition). Boston: Pearson/Allyn & Bacon.

Chu, Y.-C. (2010). Learning difficulties in genetics and the development of related attitudes in Taiwanese junior high schools, Masters Thesis, *University of Glasgow*, Glasgow.

Clermont, C., Borko, H., & Krajcik, J. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 419-441.

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A. A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13

Cochran, K. F., DeRuiter, J. A. & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowledge: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263–272.

Cohen, R. & Yarden, A. (2009). Experienced junior-high-school teachers' PCK in light of a curriculum change: "The cell is to be studied longitudinally". *Research in Science Education*, 39, 131–155.

Confrey, J. & Maloney, A. P. (2015). A design research study of a curriculum and diagnostic assessment system for a learning trajectory on equipartitioning. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 47(6), 919-932.

Consortium for Policy Research in Education (CPRE). (2008) Science PCK Tool. (2008). University of Pennsylvania: CPRE, Philadelphia.

Corbin, J. & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Corcoran, T., Mosher, F. A. & Rogat, A. (2009, May). Learning progressions in science: An evidence based approach to reform (*CPRE Research Report #RR-63*). Philadelphia, PA: Consortium for Policy Research in Education.

Couch, B. A., Wood, W. B., & Knight, J. K. (2015). The Molecular Biology Capstone Assessment: A concept assessment for upper-division molecular biology students. *CBE-Life Sciences Education*, 14(1), ar10.

Covitt, B. A & Gunckel, K. L. (2012). Using a Water Systems Learning Progression To Design Formative Assessments and Tools for Reasoning. *Proceedings of the NARST 2012 Annual Meeting*, 1–23.

Cowie, B. & Bell, B. (1999). A model of formative assessment in science education. *Assessment in Education*, 6(1), 102–116.

Crawford, B.A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 916–937.

Creswell, J.W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage

Çakır, M., & Crawford, B. (2001). Prospective biology teachers' understanding of genetics concepts. (*Report No. SE 065883*). (ERIC Document Reproduction Service No. ED 463956)

De Jong, O., van Driel, J.H. & Verloop, N. (2005). Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Using Particle Models in Teaching Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 947–964.

Demirsoy, A. (1977). *Yaşamın Temel Kuralları*. Ankara: Meteksan Basımevi

Dikmenli, M., Çardak, O. & Kıray, S. A. (2011). Science student teacher's ideas about the 'gene' concept. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2609–2613.

diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. (In G. Forman and P. B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 49–70.

diSessa, A.A. (2013). A bird's-eyeview of the “pieces” vs. “coherence” controversy (From the “pieces” side of the fence. (In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change*. New York, NY: Routledge.

diSessa, A.A. & Sherin, B.L. (1998). What changes in conceptual change, *International Journal of Science Education*, 20, 1155-1191.

diSessa, A.A., Gillespie, N., & Esterly, J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28, 843-900.

Dole, J. A., & Sinatra, G.M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*, 33(2/3), 109–128.

Donovan, J. & Venville, G. (2012). Exploring the influence of the mass media on primary students' conceptual understanding of genetics. *Education*, 40(1), 75–95.

Donovan, J. & Venville, G. (2014). Blood and Bones: The Influence of the Mass Media on Australian Primary School Children's Understandings of Genes and DNA. *Science and Education*, 23(2), 325–360.

Dougherty, M. J. (2009). Closing the gap: Inverting the genetics curriculum to ensure an informed public. *American Journal of Human Genetics*, 85, 1–7

Draney, K., & Wilson, M. (2007, July). Developing progress variables and learning progressions for the Carbon Cycle. *Paper presented at the Knowledge Sharing Institute of the Center for Curriculum Studies in Science*. Washington, D.C.

Duit R., Gropengießer H., Kattmann U., Komorek M. & Parchmann I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science1.(In: Jorde D., Dillon J. (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education, Vol 5*. SensePublishers, Rotterdam

Duncan, A. (2009). Teacher preparation: Reforming the uncertain profession—Remarks of Secretary Arne Duncan at Teachers College, Columbia University. Retrieved from <http://www2.ed.gov/news/speeches/2009/10/10222009.html>

Duncan, R. G. (2006). The role of domain-specific knowledge in promoting generative reasoning in genetics. (In S. A. Barab, K.E. Hay and D. T. Hickey (Eds.), *Proceedings of the seventh international conference for the learning sciences: Making a difference*, Mahwah, NJ: Erlbaum, pp. 147–154.

Duncan, R. G. (2007). The role of domain-specific knowledge in generative reasoning about complicated multilevel phenomena. *Cognition and Instruction*, 25(4), 271–336.

Duncan, R. G. & Gotwals, A. W. (2015). A Tale of Two Progressions: On the Benefits of Careful Comparisons. *Science Education*, 99(3), 410–416.

Duncan, R. G. & Reiser, B. (2005). Designing for Complex System Understanding in the High School Biology Classroom. *In Proceedings of the NARST 2005 Annual Meeting*.

Duncan, R. G. & Reiser, B. J. (2007). Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understandings of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 938–959.

Duncan, R. G. & Tseng, K. A. (2011). Designing project-based instruction to foster generative and mechanistic understandings in genetics. *Science Education*, 95(1), 21–56.

Duncan, R. G., Castro-Faix, M. & Choi, J. (2014). Informing a learning progression in genetics: which should be taught first, mendelian inheritance or the central dogma of molecular biology? *International Journal of Science and Mathematics Education*,

Duncan, R. G., Choi, J., Castro-Faix, M. & Cavera, V. L. (2017). A Study of Two Instructional Sequences Informed by Alternative Learning Progressions in Genetics. *Science and Education*, 26(10), 1115–1141.

Duncan, R. G., Freidenreich, H. B., Chinn, C. A. & Bausch, A. (2010). Promoting Middle School Students' Understandings of Molecular Genetics. *Research in Science Education*, 41(2), 147–167.

Duncan, R. G., Rogat, A. D. & Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th- 10th grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 655–674.

Duncan, R.G. & Hmelo-Silver, C.E. (2009). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 606–609.

Duschl R. A., Schweingruber H.A., & Shouse A. (Eds.), (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. Washington, D. C.: National Academies Press.

Duschl, R., Maeng, S. & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123–182.

Eberle, F. & Keeley, P. (2008). Formative Assessment Probes, *Science and Children*, 45(5), 50-54.

Elmesky, R. (2012). Building capacity in understanding foundational biology concepts: A K-12 learning progression in genetics informed by research on children's thinking and learning. *Research in Science Education*, 43(3), 1155-1175.

Falk, H., Brill, G., & Yarden, A. (2008). Teaching a biotechnology curriculum based on adapted primary literature. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1841-1866.

Falk, R. (2014). The Allusion of the Gene: Misunderstandings of the concepts Heredity and Gene. *Science and Education*, 23(2), 273-284.

Feiman-Nemser, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers College Record*, 103(6), 1013–1055.

Flavell, J. H. (2000). Development of children's knowledge about the mental World. *International Journal of Behavioral Development*, 24 (1), 15–23.

Flavell, J. H. & Miller, P. H. (1998). Social cognition. (In W. Damon (Series Ed.), D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception, and language*, New York: Wiley, 851– 898.

Flavell, J.H. (1999). Children's Knowledge about the Mind. *Annual Review of Psychology*, 50, 21-45.

Flodin, V.S. (2009). The necessity of making visible concepts with multiple meanings in science education: the use of the gene concept in a biology textbook. *Science and Education*, 18, 73-94.

Flores, F., Tovar, M. & Gallegos, L. (2003). Representation of the cell and its process in high school students: An integrated view. *International Journal of Science Education*, 25(2), 269-286.

Ford, M. J. (2015). Learning Progressions and Progress: An Introduction to Our Focus on Learning Progressions. *Science Education*, 99(3), 407-409.

Fortus D. & Krajcik J. (2012). Curriculum Coherence and Learning Progressions. (In: Fraser B., Tobin K., McRobbie C. (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol 24. Springer, Dordrecht.

Fortus, D., & Krajcik, J. S. (2012). Curriculum coherence and learning progressions. In B. J. Fraser, C. McRobbie, & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* 2nd ed., pp.783–798). Dordrecht, The Netherlands: Springer Verlag.

Frederik, I., Van der Valk, T., Leite, L., & Thorén, I. (1999). Pre-service physics teachers and conceptual difficulties on temperature and heat. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 61–74.

Freidenreich, H. B., Duncan, R. G. & Shea, N. (2011). Exploring Middle School Students' Understanding of Three Conceptual Models in Genetics. *International Journal of Science Education*, 33(17), 1–27.

Friedrichsen, P. M. & Dana, T. M. (2005). Substantive-level theory of highly regarded secondary biology teachers' science teaching orientations. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 218–244.

Friedrichsen, P., Abell, S. K., Pareja, E. M., Brown, P. L., Lankford, D. M., & Volkman, M. J. (2009). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357–383.

Fulmer, G. W., Liang, L. L. & Liu, X. (2014). Applying a force and motion learning progression over an extended time span using the force concept inventory. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2918-2936.

Fulmer, G.W. (2013). Constraints on conceptual change: how elementary teachers' attitudes and understanding of conceptual change relate to changes in students' conceptions. *Journal of Science Education*, 24(7), 1219-1236.

Furtak, E. M. (2012). Linking a learning progression for natural selection to teachers' enactment of formative assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1181–1210.

Furtak, E. M. (2009). Toward learning progressions as teacher development tools. *Proceedings of the Learning Progressions in Science Conference*. Iowa City, IA.

Furtak, E. M., Heredia, S., Morrison, D., & Renga, I. (2012). Teacher development in the collaborative design of common formative assessment. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*.

Furtak, E. M., Kiemer, K., Circi, R. K., Swanson, R., de León, V., Morrison, D., & Heredia, S. C. (2016). Teachers' formative assessment abilities and their relationship to student learning: findings from a four-year intervention study. *Instructional Science*, 44(3), 267–291.

Furtak, E. M., Morrison, D. & Kroog, H. (2014). Investigating the Link Between Learning Progressions and Classroom Assessment. *Science Education*, 98(April 2013), 640–673.

Furtak, E. M., Morrison, D., & Henson, K. (2010). Centering a Professional Learning Community on a Learning Progression for Natural Selection: Transforming Community, Language, and Instructional Practice. *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences*, 1, 129–136). International Society of the Learning Sciences.

Furtak, E. M., Roberts, S., Morrison, D., Henson, K., & Malone, S. (2010, April). Linking an educative learning progression for natural selection to teacher practice: Results of an exploratory study. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Reserach Association*, Denver, CO.

Furtak, E. M., Thompson, J., Braaten, M. & Windschitl, M. (2012). Learning Progressions to Support Ambitious Teaching Practices. (In A. C. Alonzo and A. W. Gotwals (Eds.), *Learning Progressions in Science*, The Netherlands: Sense Publishing, 405-434.

Furtak, E.M. & Heredia, S. (2016). A Virtuous Cycle: The Formative Assessment Design Cycle: Developing Tools in Support of the Next Generation Science Standards. *The Science Teacher*, 83(2), 36-41.

Gabel, D.L., Samuel, K.V. & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64, 695- 697.

Galvin, E., Simmie, G.M.& O'Grady, A. (2015). Identification of misconceptions in the teaching of biology: a pedagogical cycle of recognition, reduction and removal. *Higher Education of Social Science*, 8(2),1–8.

Garcia-Mila, M., Gilabert, S., Erduran, S. & Felton, M. (2013). The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Science Education*, 97(4), 497-523.

Gardner, G. E. & Jones, M.G. (2011). Science Instructors' Perceptions of the Risks of Biotechnology: Implications for Science Education. *Research in Science Education*, 41, 711–738.

Gericke, N. (2008). Science versus school-science; Multiple models in genetics- The depiction of gene function in upper secondary textbooks and its influence on students' understanding. *Karlstad: Karlstad University studies*.

Gericke, N. & Wahlberg, S. (2013). Clusters of concepts in molecular genetics: A study of Swedish upper secondary science students understanding. *Journal of Biological Education*, 47(2), 73–83.

Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Science & Education*, 16(7–8), 849–881.

Gericke, N. M., & Smith, M. U. (2014). Twenty-first-century genetics and genomics: Contributions of HPS-informed research and pedagogy. In Michael R. Matthews (ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 423–467). Netherlands: Springer.

Gericke, N. M., & Smith, M. U. (2014). Twenty-first-century genetics and genomics: Contributions of HPS-informed research and pedagogy. (In Michael R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*, Netherlands: Springer, 423–467.

Gericke, N.M., & Hagberg, M. (2010). Conceptual incoherence as a result of the use of multiple historical models in school textbooks. *Research in Science Education*, 40, 605-623.

Gerstein, M.B., Bruce B., Rozowsky J.S., Zheng, D., Du, J. & Korbel, J.,O. et al.(2007). What is a gene, post-ENCODE? History and updated definition. *Genome Research*, 17, 669-681.

Gess-Newsome J. & Lederman N. G. (Eds.). (1999). *Examining pedagogical content knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. (In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *PCK and Science education*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 3-17.

Gess-Newsome, J., & Lederman, N. G. (1995). Biology teachers' perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 301–325.

Gimenez, J. E., Ruiz, R. M. & Listana, M. F. (2008). Primary and secondary teachers' conceptions about heritage and heritage education: A comparative analysis, *Teaching and Teacher Education*, 24, 2095–2107.

Gleason, M. L., Melançon, M. E. & Kleine, K.L.M. (2010). Using critical literacy to explore genetics and its ethical, legal, and social issues with in-service secondary teachers. *CBE: Life Sciences Education*, 9, 422- 430.

Gottheiner, D. M. & Siegel, M. A. (2012). Experienced middle school science teachers' assessment literacy: Investigating knowledge of students' conceptions in genetics and ways to shape instruction. *Journal of Science Teacher Education*, 23(5), 531–557.

Gotwals, A.W & Alonzo, A. C. (2012). Leaping into Learning Progressions in Science. (In A. C. Alonzo and A. W. Gotwals (Eds.). *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 3-12.

Gotwals, A.W., & Songer, N. B. (2013). Using assessments to gather validity evidence for a learning progression on evidence-based explanations with core ecological content. *The Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 597–626.

Greene, E.D., Jr. (1990). The logic of students' misunderstanding of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(9), 875-885.

Greenhouse, S. W., & Geisser, S. (1959). On the methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, 24, 95-112.

Gregoire, M. (2003). Is it a challenge or a threat? A dual-process model of teachers' cognition and appraisal process during conceptual change. *Educational Psychology Review*, 15, 117–155.

Grosslight L, Unger C, Jay E & Smith C (1991) Understanding models and their use in science; conceptions of middle and high school students and experts. *J Res Sci Teach*, 28(9):799–822.

Grossman, P., Schoenfeld, A. H., & Lee, C. (2005). Teaching subject matter. In L. Darling-Hammond & J. D. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (pp. 201-231). San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.

Guerro, S. (2010). Technological pedagogical content knowledge in the mathematics classroom. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 26(4),132-139.

Gunckel, K. (2013). Teacher knowledge for using learning progressions in classroom instruction and assessment. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, CA.

Gunckel, K.L., Mohan, L. Cowitt, B.A. & Anderson, C.W. (2012). Addressing challenges in developing learning progressions for environmental science literacy. (In A. C. Alonzo and A. W. Gotwals (Eds.). *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 13-26.

Hackling, M.W., & Treagust, D. (1984). Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 197-209.

Hafner, R. & Stewart (1995). Revising explanatory models to accommodate anomalous genetic phenomena: problem solving in the context of discovery. *Science Education*, 79 (2), 111-146.

Halliday, M. A. K. & Martin, J. R. (1993) *Writing Science*, London: Falmer.

Hammer, D. & Sikorski, T. R. (2015). Implications of Complexity for Research on Learning Progressions. *Science Education*, 99(3), 424–431.

Hanuscin, D., Lee, M.H., & Akerson, V.L. (2010). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education- Early View*. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20404/pdf>

Harris, A. D., McGregor, J. C., Perencevich, E. N., Furuno, J. P., Zhu, J., Peterson, D. E., & Finkelstein, J. (2006). The use and interpretation of quasi-experimental studies in medical informatics. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 13(1), 16-23.

Harrison, R. (2012). Elementary teachers' understanding and use of cognition based assessment learning progression materials for multiplication and division. (Doctoral Dissertation). Available from ProQuestDissertations and Theses Database.

Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: Theory and practice*, 11(3), 273–292.

Henze, I., Van Driel, J.H. & Verloop, N. (2008). The development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the Universe. *International Journal of Science Education*, 30, 1321-1342.

Heritage, M. (2008). *Learning progressions: Supporting instruction and formative assessment*. Washington, D.C.: Council of Chief State School Officers.

Heritage, M., J. Kim, T. Vendlinski, & J. Herman. (2009). From evidence to action: A seamless process in formative assessment? *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28 (3): 24–31.

Hickey, D. T., Kindfield, A. C. H., Horwitz, P. & Christie, M. A. T. (2003). Integrating curriculum, instruction, assessment, and evaluation in a technology-supported genetics learning environment. *American Educational Research Journal*, 40(2), 495–538.

Hiebert, J. & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. (In J. Hiebert (Ed.). *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1-27.

Hokayem, H., & Gotwals, A. (2016). Early elementary students' understanding of complex ecosystems: A learning progression approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 1524–1545.

Horwitz, P. (1996). Teaching science at multiple space time scales. *Communications of the ACM*, 39(8), 100-102.

Howitt, S., Anderson, T., Costa, M., Hamilton, S., & Wright, T. (2008). A concept inventory for molecular life sciences: How will it help your teaching practice. *Australian Biochemist*, 39(3),14–17.

Hume, A., & Berry, A. (2010). Constructing CoRes: a strategy for building PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education*. doi:10.1007/s11165-010-9168-3

Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407–416.

Inagaki K. & Hatano G. (2002). *Young children's naive thinking about the biological world*. Psychology Press, New York.

Ioannides, C. & Vosniadou, S. (2001). The changing meanings of force: From coherence to fragmentation. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 5–62.

Janssen, F.J.J.M., Tigelaar, D.E.H. & Verloop, N. (2009). Developing biology lessons aimed at teaching for understanding: A domain-specific heuristic for student teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 1-20.

Jay, J. K. & Johnson, K. L. (2002). Capturing complexity: A typology of reflective practice for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 18, 73-85.

Jennings, B. (2004). Genetic literacy and citizenship: Possibilities for deliberative democratic policy making in science and medicine. *The Good Society*, 13 (1), 38-44.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2014). Determinism and Underdetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. *Science and Education*, 23(2), 465–484.

Jin, H. & Anderson, C. W. (2012). A learning progression for energy in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1149–1180.

Jin, H., Zhan, L. & Anderson, C. W. (2013). Developing a fine-grained learning progression framework for carbon-transforming processes. *International Journal of Science Education*, 35(10), 1663–1697.

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75–83.

Justi, R. (2000) Teaching with historical models. (In: Gilbert J, Boulter C (Eds.). *Developing models in science education*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 209–228.

Jüttner M. & Neuhaus B. J. (2012). Development of items for a pedagogical content knowledge test based on empirical analysis of pupils' errors, *International Journal of Science Education*, 34(7), 1125-1143.

Kalinowski, S.T., Leonard, M.J. & Andrews, T.M. (2010). Nothing in evolution makes sense except in the light of DNA. *CBE Life Sci Education*, 9, 87–97.

Kampourakis K., Reydon T.A.C, Patrinos G.P. & Strasser B.J. (2014). Genetics and society—educating scientifically literate citizens: Introduction to the thematic issue. *Science & Education*, 23(2), 251-258.

Kampourakis, K. (2013). Mendel and the path to genetics: Portraying science as a social process. *Science & Education*, 2, 293–324.

Kapteijn, M. (1990). The function of organizational levels in biology for describing and planning biology education. In P.L. Lijnse, P. Licht, W. de Vos, & A.J. Vaarlo (Eds.), *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles* (pp. 139–150). Utrecht, The Netherlands: CD-Press.

Käpylä, M., Heikkinen, J. & Asunta, T. (2009). Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education*, 3(10), 1395-1415.

Keeley, P. (2008). *Science formative assessment: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. California: Corwin & NSTA Press.

Keeley, P., Eberle, F. & Farrin, L. (2005). *Uncovering student ideas in science, vol. 1: 25 formative assessment probes*. California: Corwin & NSTA Press.

Kennedy, C. & Wilson, M. (2007). Using progress variables to interpret student achievement and progress (*BEAR Technical Report, 2006-12-01*). Berkeley: University of California.

Kesidou, S. & Roseman, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061's curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 522-549.

Kesselman, H. J., Rogan, J. C., Medoza, J. L. & Breen, L. L. (1980). Testing the validity conditions of repeated measures F tests. *Psychological Bulletin*, 87, 479-481.

Kılıç, D. & Sağlam, N. (2013). Students' understanding of genetics concepts: the effect of reasoning ability and learning approaches, *Journal of Biological Education*, 1-8.

Kılınc, A. & Salman S. (2009). Biyoloji eğitiminde 1998-2007 yılları arasında uygulanan programın alan ve öğretmenlik bilgisi yönünden incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 93-108.

Kind, V. (2009). Pedagogical Content Knowledge in science education: Potential and perspectives for progress, *Studies in Science Education*, 45(2), 169–204.

Kindfield, A.C.H. (1991). Confusing chromosome number and structure: a common student error. *Journal of Biological Education*, 25(3), 193- 200.

Kinney, J.F. (1983). Identification of misconceptions in genetics and the use of computer simulations in their correction. In H. Helmez J.D. Novak (Eds.). *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics* (pp. 84-92). Ithaca, NY: Cornell University.

Klette, K. (2007). Trends in research on teaching and learning in schools: Didactics meets classroom studies. *European Educational Research Journal*, 6, 147–160.

Knippels M. C. P. J. (2002) Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education. The yo-yo learning and teaching strategy. Utrecht: CD-β Press.

Knippels, M. C. P. J., Waarlo, A. J. & Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108–112.

Kobrin, J. L., Larson, S., Cromwell, A. & Garza, P. (2015). A framework for evaluating learning progressions on features related to their intended uses. *Journal of Educational Research and Practice*, 5(1), 58–73.

Kobrin, J.L. & Panorkou, N. (April, 2016). The building blocks of learning. *Educational Leadership*, 32-36.

Krajcik, J. S. (2012). The Importance, Cautions and Future of Learning Progression Research: Some Comments on Richard Shavelson’s and Amy Kurpius’s “Reflections on Learning Progressions”. (In A. C. Alonzo and A. W. Gotwals (Eds.), *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 27-37.

Krajcik, J., Drago, K., Sutherland, L. A. & Merritt, J., (2012). The promise and value of learning progression research. (In S. Bernholt, P. Nentwig and K. Neumann, (Eds.), *Making it tangible – Learning outcomes in science education*. Munster: Waxmann

Krajcik, J.S. (2011). Learning progressions provide road maps for the development and validity of assessments and curriculum materials. *Measurement*, 9, 155-158.

Kuhn, T. S. (1996). *The Structure of Scientific Revolutions (3rd edition)* Chicago: University of Chicago Press.

Kurth, L. A., & Roseman, J. (2001). Findings from the high school biology curriculum study: Molecular basis of heredity. *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, St. Louis, MO.

Lankford, D. (2010). Examining the pedagogical content knowledge and practice of experienced secondary biology teachers for teaching diffusion and osmosis. Unpublished doctoral dissertation, *University of Missouri*, MO, USA

Larkin, D. (2012). Misconceptions about “misconceptions”: Preservice secondary science teachers' views on the value and role of student ideas, *Science Education*, 96 (5), 927-959.

Laugksch, R. (2000), “Scientific Literacy: A conceptual Overview”, *Science Education*, Cilt 84, Sayı 1, s. 71–94.

Lawson, A. E., & Thompson, L. D. (1988). Formal Reasoning Ability and Misconceptions Concerning Genetics and Natural Selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 733-746.

Lederman, N.G., Antink, A. & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socio-scientific issues arising from genetics: A Pathway to developing a scientifically literate citizenry, *Science and Education*, 23(2), 285-302.

Lee, H-S., & Liu, O.L. (2010). Assessing learning progression of energy concepts across middle school grades: The knowledge integration perspective. *Science Education*, 94, 665–688.

Lehrer, R. & Schauble, S. (2010, March). Seeding evolutionary thinking by engaging children in modeling its foundations. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Philadelphia, PA.

Lehrer, R., & Schauble, L. (2015). Learning progressions: The whole world is NOT a stage. *Science Education*, 99(3), 432–437.

Leinhardt, G. & Greeno, J. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 75- 95.

Leinhardt, G. & Greeno, J. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 75-95.

Lewis J. & Kattmann U. (2004) Traits, genes, particles and information: revisiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26:2, 195-206.

Lewis, J. & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 177 - 195.

Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000) What's in a cell? - young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34(3): 129-132.

Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, 357-380.

Longden, B. (1982). Genetics - are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*, 16(2): 135-140.

Loughran, J. (2006). *Developing a pedagogy of teacher education: Understanding teaching and learning about teaching*. London: Routledge.

Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2012). Pedagogical content knowledge. (In J. Loughran, A. Berry and P. Mulhall (Eds.), *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers, 7-14.

Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R., & Mulhall, P. (2001). Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31(2), 289-307.

Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370---391.

Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2008). Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1301–1320.

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.

Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. (In J. Gess-Newsome, and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 95-132.

Mahadeva, M.N. & Randerson, S. (1982). Mutation mumbo jumbo. *Science Teacher*, 49, 34-38.

Malacinski, G.M. & Zell, P.W. (1996). Manipulating the “invisible.” Learning molecular biology using inexpensive models. *The American Biology Teacher*, 58, 428–432.

Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200–205.

Masters, G. N. (1982). A Rasch model for partial credit scoring. *Psychometrika*, 47, 149-174.

Maxwell, S. E., & Delaney, H. D. (2004). *Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective* (2nd ed.). New York, NY: Psychology Press.

Mayr E. (1982). *The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.

McElhinny, T. L., Dougherty, M. J., Bowling, B. V. & Libarkin, J. C. (2014). The status of genetics curriculum in higher education in the united states: goals and assessment. *Science and Education*, 23(2), 445-464.

McNall-Krall, R., Lott, K.H. & Wymer, C. L. (2009). Inservice elementary and middle school teachers' conceptions of photosynthesis and respiration. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 41- 55.

Merritt, J., Krajcik, J. & Shwartz, Y. (2008). Development of a learning progression for the particle model of matter. *Paper presented at the biennial International Conference of the Learning Sciences*, Utrecht, The Netherlands.

Mertler, C. A. & Campbell, C. S. (2005) Measuring teachers' knowledge and application of classroom assessment concepts: development of the Assessment Literacy Inventory. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, Montreal, Quebec, Canada, April.

Metz, K. (2009). Rethinking what is 'developmentally appropriate' from a learning progression perspective: The power and the challenge. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3, 5–22.

Meyer, M. Z (2012). Editorial. *Zeitschrift für Erziehungswiss* 15: 443. <https://doi.org/10.1007/s11618-012-0306-8>.

Mohan, L., Chen, J. & Anderson, C. W. (2009). Developing a multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 675-698.

Mortimer, E. F., & Scott, P (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham, England: Open University Press.

Mosher, F. A. (2011). Policy Briefs Standards-Based Education Reform, (September), 1-16.

Mthethwa-Kunene, K.E.F. (2014). Exploring biology teachers' pedagogical content knowledge in the teaching of genetics in swaziland science classrooms, Doctoral Dissertation, *University of Pretoria*, South Africa.

Nagle, B. (2013). Preparing high school students for the interdisciplinary nature of modern biology. *CBE Life Sciences Education*, 12(2), 144-147.

National Research Council (NRC) (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council (NRC) (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (NRC) (2006). Systems for state science assessment. Washington, DC: The National Academies Press

National Research Council (NRC) (2011). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council (NRC) (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, D.C.: National Academies Press.

Navarro, M. (2014). Evolutionary Maps: A new model for the analysis of conceptual development, with application to the diurnal cycle. *International Journal of Science Education*, 36, 1231-1261.

Nehm, R. H., Kim, S. Y. & Sheppard, K. (2009). Academic preparation in biology and advocacy for teaching evolution: Biology versus non-biology teachers. *Science Education*, 93, 1122- 1146.

Nelkin, D., & Lindee, M. S. (2004). *The DNA mystique: The gene as a cultural icon*. Michigan: The University of Michigan Press.

Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50, 162–188. doi:10.1002/tea.21061

NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For the states, by the states. Achieve, Inc. on behalf of the twenty-six states and partners that collaborated on the NGSS.

Nickel, J. (2013). Formative Assessment and Syntheses in Reflection Journals. *Transformative Dialogues: Teaching & Learning Journal*, 6 (3), 1-16.

Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281–1299.

Nur-Güngör, S. ve Özkan, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarına ağızda nişasta sindiriminin TGA (tahmin-gözlem-açıklama) yöntemiyle öğretimi, *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 30-54.

Oskay Özyalçın, Ö., Erdem, E., & Yılmaz, A. (2009). Kimya laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin kimyaya yönelik tutum ve başarılarına etkisi üzerine bir çalışma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 222-321.

Özdemir, G. & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 3(4), 351- 361.

Özden, M. (2008). The effect of content knowledge on pedagogical content knowledge: The case of teaching phases of matters. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 8(2), 611-645.

Panagiotaki, G., Nobes, G. & Potton, A. (2009). Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104, 52-67.

Park, S. & Chen, Y. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922–941.

Park, S. & Oliver, J. S. (2008a). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284.

Park, S. & Oliver, J. S. (2008b). National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate Teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 812–834.

Park, S. & Oliver, J.S. (2007). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38, 261-284.

Park, S., Chen, Y-C. & Jang, J. (2008). Developing measures of teachers' pedagogical content knowledge for teaching high school biology. *International conference of the Association for Science Teacher Education*, St. Louis, MI. January.

Park, S., Jang, J. & Chen, Y. (2011). Is Pedagogical Content Knowledge (PCK) Necessary for Reformed Science Teaching?: Evidence from an Empirical Study. *Research in Science Education*, 41, 245–260.

Parker, J. M., de los Santos, E. X., & Anderson, C. W. (2015). Learning progressions and climate change. *American Biology Teacher*, 77(4), 232-238.

Pearson, J. T. & Hughes, W. J. (1988). Problems with the use of terminology in genetics education: 1 A literature review and classification scheme. *Journal of Biological Education*, 22(3), 178–182.

Penso, S. (2002). Pedagogical Content Knowledge: how do student teachers identify and describe the causes of their pupils' learning difficulties. *Asia Pacific Journal of Teacher Education*, 30(1), 2002.

Petri, J., & Niedderer, H. (1998). A learning pathway in high-school level quantum physics. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1075–1088.

Piaget, J. (1976). *The child's conception of the world*. London: Redwood Press Limited.

Plummer, J. D. (2012). Challenges in Defining and Validating an Astronomy Learning Progression (In A. C. Alonzo & A. W. Gotwals (Eds.). *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 77-100.

Plummer, J. D., & Maynard, L. (2014). Building a learning progression for celestial motion: An exploration of students' reasoning about the seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 902–929.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Ramaprasad, A. (1983). On the definition of feedback. *Behavioral Science*, 28(1), 4–13.

Ranganath, H. A. (March, 2003). Nothing in biology makes sense without the flavour of mathematics, *Resonance*, 49- 56.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy / science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Robson, C. (2011). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner- researchers* (3rd ed.). Chichester & Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.

Rollnick, M., Bennett, J., Rhemtula, M., Dharsey, N. & Ndlovu, T. (2008). The place of subject matter knowledge in pedagogical content knowledge: A case study of South African teachers teaching amount of substance and chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1365–1387.

Romm, I.K., Gordon-Messer, S. & Kosinski-Collins, M.S. (2010). Educating young educators pedagogical internship for undergraduate teaching assistants. *CBE:Life Sciences. Education*, 9, 80-86.

Roseman, J. E., Calwell, A., Gogos, A. & Kurth, L. (2006, April). Mapping a coherent learning progression for the molecular basis of heredity. *Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching*, San Fransisco, CA.

Roseman, J. E., Stern, L. & Koppal, M. (2010). A method for analyzing the coherence of high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 47–70.

Rotbain, Y., Marbach-Ad, G. & Stavy, R. (2008). Using a computer animation to teach high school molecular biology. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 49–58.

Ruhf, R. J. (2003). A General Overview of Conceptual Change Research. (Unpublished document: December 2003).

Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 57–84.

Ruttstein, D. (2012). Measuring learning progressions using bayesian modeling in complex assessments. Unpublished doctoral dissertation, *University of Maryland*, College Park.

Ryder, J. (2001). Identifying science understanding for functional scientific literacy. *Studies in Science Education*, 36, 1–44.

Salinas, I. (2009, June). Learning progressions in science education: Two approaches for development. *Paper presented at the Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference*, Iowa City, IA.

Sanders, M. (1993). Erroneous ideas about respiration: The teacher factor. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 919-934.

Sara Jeanne Hammer & Wendy Green (2011) Critical thinking in a first year management unit: the relationship between disciplinary learning, academic literacy and learning progression, *Higher Education Research & Development*, 30:3, 303-315, DOI: 10.1080/07294360.2010.501075.

Schmidt, D.A., Baran, E. & Thompson, A.D. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): *The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers*, 42 (2), 123- 149.

Schmidt, W. H., McKnight, C. & Raizen, S. (1997). *A splintered vision: An investigation of U.S. science and mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.

Schmidt, W. H., Wang, H. C., & McKnight, C. C. (2005). Curriculum coherence: An examination of U.S. mathematics and science content standards from an international perspective. *Journal of Curriculum Studies*, 35, 528–529

Schneider, R. M. & Plasman, K. (2011). Science teacher learning progressions: a review of science teachers' pedagogical content knowledge development. *Review of Educational Research*, 81(4), 530–565.

Schnotz, W., Vosniadou, S. & Carretero, M. (1999). *New perspectives in conceptual change research*. Oxford: Pergamon Press.

Schwarz, C. V., Gunckel, K. L., Smith, E. L., Covitt, B. A., Bae, M., Enfield, M., & Tsurusaki, B. K. (2008). Helping elementary preservice teachers learn to use curriculum materials for effective science teaching. *Science Education*, 92(2), 345-377.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654.

Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., . . . Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 632–654.

Sevian H. & Talanquer V., (2014), Rethinking chemistry: a learning progression on chemical thinking, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 15(1), 10–23.

Sevian, H., Fulmer, G. W., McGaughey, K., & Wilson, P. (2011). Progressions of learning and chemistry. *Paper presented at the the biennial meeting of the European Science Education Research Association (ESERA)*, Lyon, France.

Shadish, W., Cook, T. & Campbell, T. (2005). Experiments and generalized causal inference. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*, 100(470), 1–81.

Shavelson, R. J. (2009). Reflections on learning progressions. *Proceedings of the Learning Progressions in Science Conference*. Iowa City, IA.

Shavelson, R. J., Yin, Y., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., Young, D. B. . . . Pottenger, F. (2008). On the role and impact of formative

assessment on science inquiry teaching and learning. (In J. Coffey, R. Douglas, & C. Sterns (Eds.). *Science assessment: Research and practical approaches*, Washington, DC: National Science Teachers Association Press, 21–36.

Shavelson, R.J. & Kurpui, A. K. (2012). Reflections on Learning Progressions. (In A. C. Alonzo & A. W. Gotwals (Eds.). *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*, Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 13-26.

Shaw, K.R.M., Van Horne, K., Zhang, H. & Boughman, J. (2008). Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Content. *Genetics*, 178, 1157–1168.

Shea, N. A. & Duncan, R. G. (2013). From Theory to Data: The Process of Refining Learning Progressions. *Journal of the Learning Sciences*, 22(1), 7–32.

Shea, N. A., Duncan, R. G., & Stephenson, C. (2015). A tri-part model for genetics literacy: Exploring undergraduate student reasoning about authentic genetics dilemmas. *Research in Science Education*, 45(4), 485–507.

Shi, J., Wood, W. B., Martin, J. M., Guild, N. A., Vicens, Q., & Knight, J. K. (2010). A diagnostic assessment for introductory molecular and cell biology. *CBE-Life Sciences Education*, 9, 453–461.

Shin, N., Stevens, S. Y., Short, H., & Krajcik, J. (2009). Learning progressions to support coherence curricula in instructional material, instruction, and assessment design. *Paper presented at the Learning Progressions in Science*, Iowa City, IA.

Shulman, L.S. (1986) Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

Siegel, M. A., & Wissehr, C. (2011). Preparing for the plunge: Preservice teachers' assessment literacy. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 371–391.

Sims, L. & Walsh, D. (2009). Lesson study with preservice teachers: Lessons from lessons. *Teaching and Teacher Education*, 25(5), 724-733.

Sinatra G. M. (2005): The "Warming Trend" in Conceptual Change Research: The Legacy of Paul R. Pintrich, *Educational Psychologist*, 40:2, 107-115

Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2003). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Smith M. K & Knight J. K (2012). Using the genetics concept assessment to document persistent conceptual difficulties in undergraduate genetics courses. *Genetics*, 191, 21–32.

Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W. & Krajcik, J. (2006). Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomicmolecular theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 4, 1–98.

Smith, C.L. & Wiser, M. (2015). On the importance of epistemology-disciplinary core concepts interactions in LPs. *Science Education*, 99 (3), 417–423.

Smith, M. (2010). Current status of Research in teaching and learning evolution: II. Pedagogical Issues. *Science and Education*, 19, 539-571.

Smith, M.U. & Adkison, L.R. (2010). Updating the model definition of the gene in the modern genomic era with implications for instruction. *Science and Education*, 19, 1-20.

Smith, M.U. & Good, R. (1984). Problem solving and classical genetics: successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (9), 895-912.

Smith, M.U. & Simmons, P.E. (1992). Teaching genetics: Recommendations and proceedings of a national conference. Cambridge, Massachusetts.

Songer, N. B. & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entrypoints of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141–165.

Songer, N.B., Kelcey, B. & Gotwals, A.W. (2009). How and when does complex reasoning occur? Empirically driven development of a learning progression focused on complex reasoning about biodiversity. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 610–631.

Spelke, E. & Kinzler, K. (2007). Core knowledge. *Developmental Science*, 10, 89–96.

Speth, E. B., Shaw, N., Momsen, J., Reinagel, A., Le, P., Taqieddin, R., & Long, T. (2014). Introductory Biology Students' Conceptual Models and Explanations of the Origin of Variation. *CBE Life Sciences Education*, 13(3), 529–539. <http://doi.org/10.1187/cbe.14-02-0020>.

Stains, M., Escriu-Sune, M. Santizo, M.L.M.A. & Sevian, H. (2011). Assessing secondary and college students' implicit assumptions about the particulate nature of matter: Development and validation of the structure and motion of matter survey. *Journal of Chemical Education*, 88, 1359-1365.

Stears M. (2012). Exploring biology education students' responses to a course in evolution at a South African university: implications for their roles as future teachers. *Journal of Biological Education*, 46(1), 12-19.

Steedle, J. T. & Shavelson, R. J. (2009). Supporting valid interpretations of learning progression level diagnoses. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 699-715.

Steffe, L.P. (2004). On the construction of learning trajectories of children: The case of commensurate fractions. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 129–162.

Stern, L. & Roseman, J.-E. (2000, April–May). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061 curriculum evaluation study: Life science. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans, LA.

Stevens, S. Y., Delgado, C. & Krajcik, J. S. (2010). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 687–715.

Stevens, S.Y., Shin, N., Delgado, C., Krajcik, J.S. & Pellegrino, J. (April, 2007). Using Learning Progressions to Inform Curriculum, Instruction and Assessment Design. *Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Conference*, New Orleans, Louisiana.

Stewart, J. & Hafner, R. (1994). Research on problem solving: genetics. In: Gabel, D.L. (Eds.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning Project*, New York, MacMillan Publish Company: 284-300.

Stewart, J., Cartier, J.L. & Passmore, P.M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. (In M.S. Donovan & J.D. Bransford (Eds.). *How students learn*, Washington DC: National Research Council, 515-565.

Stiggins, R. J. (2002). Assessment crisis: The absence of assessment for learning. *Phi Delta Kappan*, 83(10), 758–765.

Strike, K. A., & Posner, G. J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. In L. H. T. West & A. L. Pines (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change* (pp. 211-231). New York: Academic Press.

Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive*

Psychology, and Educational Theory and Practice (pp. 147-176). Albany: State University of New York Press.

Swan, K. & Hofer, M. (2011). In search of technological pedagogical content knowledge: *Teachers' initial foray into podcasting in economics*, 44(1), 75-98.

Şahin, İ. (2011). Development of survey of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *TOJET*, 10(1), 97- 105.

Taasoobshirazi, G. & Sinatra, G. M. (2011). A structural equation model of conceptual change in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 901-918.

Talanquer, V. (2009). On cognitive constraints and learning progressions: The case of "structure of matter." *International Journal of Science Education*, 31(15), 2123–2136.

Tekkaya, C. (2003): Remediating High School Students' Misconceptions Concerning Diffusion and Osmosis through Concept Mapping and Conceptual Change Text. *Research in Science & Technological Education*, 21:1, 5-16.

Tekkaya, C. (2003): Remediating High School Students' Misconceptions Concerning Diffusion and Osmosis through Concept Mapping and Conceptual Change Text, *Research in Science & Technological Education*, 21:1, 5-16.

Tekkaya, C. & Kılıç, D.S. (2012). Biyoloji öğretmen adaylarının evrim öğretimine ilişkin pedagojik alan bilgileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 406- 417.

Tekkaya, C., Özkan, O. & Sungur, S. (2001) Biology Concepts Perceived as Difficult by Turkish High School Students. *Journal of Hacettepe University Faculty of Education*, 21, 145-150.

Tennant, A. & Conaghan, P.G. (2007). The Rasch measurement model in rheumatology: What is it and why use it? When should it be applied and what one should look for in a Rasch paper. *Arthritis & Rheumatism*, 57, 1358–1362.

Thomas, J. (2000). Learning about genes and evolution through formal and informal education, *Studies in Science Education*, 35:1, 59-92,

Thompson, J., Braaten, M. & Windschitl, M. (2009). Learning progression as vision tools for advancing novice teachers' pedagogical performance. *Paper Presented in Learning Progressions in Science Conference*, 1–25.

Thomson, N. & Stewart, J. (1985). Secondary school genetics instruction: making problem solving explicit and meaningful. *Journal of Biological Education*, 19(1), 53-62.

Thörne, K. & Gericke, N. (2014). Teaching genetics in secondary classrooms: a linguistic analysis of teachers' talk about proteins. *Research in Science Education*, 44(1), 81–108.

Thörne, K., Gericke, N. M., & Hagberg, M. (2013). Linguistic challenges in mendelian genetics: Teachers' talk in action. *Science Education*, 97(5), 695–722.

Todd, A. & Romine, W. (2017). Empirical validation of a modern genetics progression web for college biology students. *International Journal of Science Education*. doi:10.1080/09500693.2017.1296207.

Todd, A. & Romine, W. L. (2016). Validation of the learning progression-based assessment of modern genetics in a college context. *International Journal of Science Education*, 38(10),1673-1698.

Todd, A. N. (2013). The molecular genetics learning progressions: Revisions and refinements based on empirical testing in three 10th grade classrooms. Doctoral dissertation, *Wright State University*, Dayton, OH.

Todd, A., Romine, W. & Cook Whitt, K. (2017). Development and validation of the Learning Progression-based Assessment of Modern Genetics (LPA-MG) in a high school context. *Science Education*, 101(1), 32–65.

Todd, A., Romine, W. & Correa-Menendez, J. (2017). Modeling the transition from a phenotypic to genotypic conceptualization of genetics in a university-level introductory biology context. *Journal of Research in Science Education*, <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9626-2>

Todd, A. & Kenyon, L. (2016). Empirical refinements of a molecular genetics learning progression: The molecular constructs. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(9), 1385-1418.

Treagust, D. F. & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 297-328.

Tsui CY. & Treagust D.F. (2013) Secondary Students' Understanding of Genetics Using BioLogica: Two Case Studies. (In: Treagust D., Tsui CY. (Eds.). *Multiple Representations in Biological Education. Models and Modeling in Science Education*, vol 7. Springer, Dordrecht.

Tsui, C.-Y., & Treagust, D. F. (2003). Genetics reasoning with multiple external representations. *Research in Science Education*, 33(1), 111–135.

Uşak, M. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çiçekli bitkiler konusundaki pedagojik alan bilgileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara.

Uşak, M. (2009). Preservice science and technology teachers' pedagogical content knowledge on cell topics. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 9, 2033-2046.

Uşak, M., Özden, M. & Eilks, I. (2011). A case study of beginning science teachers' subject matter (SMK) and pedagogical content knowledge (PCK) of teaching chemical reaction in Turkey. *European Journal of Teacher Education*, 34(4), 407- 429.

Üner, S. (2016). Kimya öğretmenlerinin pedagojik alan bilgisinin konuya özgü doğasının incelenmesi ve öğrencilerin öğretmenlerinin pedagojik alan bilgisine ilişkin algıları. Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Van der Zande, P., Brekelmans, M. Vermunt, J.D. & Waarlo, A.J. (2009). Moral reasoning in genetics education. *Journal of Biological Education*, 44 (1), 31-36.

Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.

vanDijk, E.M. (2009). Teachers' views on understanding evolutionary theory: A PCK- Study in framework of the ERTE- model. *Teaching and Teacher Education*, 25, 259- 267.

Veal, W., & J. MaKinster. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4): Available at: <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev3n4.html>

Veal, W.R. & Kubasko, W.R. (2003). Biology and geology teachers' domain-specific pedagogical content knowledge of evolution. *Journal of Curriculum and Supervision*, 18, 344–352.

Venville, G., Gribble, S. J. & Donovan, J. (2004). An exploration of young children's understandings of genetics concepts from ontological and epistemological perspectives. *Science Education*, 89(4), 614–633.

Venville, G.J & Treagust, D.F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1031-1055.

Vosniadou, S. (1994a). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45–69.

Vosniadou, S. (1994b). Universal and culture-specific properties of children's mental models of the earth (In L. Hirschfield, S. Gelman (Eds.). *Mapping the mind:*

Domain specificity in cognition and culture, Cambridge University Press, Cambridge, 412–430.

Vosniadou, S. (2002). On the nature of naïve physics. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 61–76). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Vosniadou, S. (2008). Conceptual change research: an introduction. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. xiii–xxviii). New York: Routledge.

Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: Preconceptions, misconceptions and synthetic models. (Eds. B. J. Fraser et al.) *Second Handbook of Science education*

Vosniadou, S. (2014). Examining cognitive development from a conceptual change point of view: The framework theory approach. *European Journal of Developmental Psychology*, 11. doi:10.1080/17405629.2014.921153

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

Vosniadou, S., Vamvakoussi, X. & Skopeliti, I. (2013). The framework theory approach to the problem of conceptual change. (In S. Vosniadou (Ed.). *International handbook of research on conceptual change*. New York, NY: Routledge.

Wallace, C. S., & Kang, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 936-960.

Walter, E. M. (2013). The influence of pedagogical content knowledge (PCK) for teaching macroevolution on student outcomes in a general education biology

course. Doctoral Dissertation, *University of Missouri the Faculty of the Graduate School*, Columbia, Missouri.

Watson, J.D. & Crick F, H, C (1953). Molecular structure of nucleic acids: A structure for deoxyribose nucleic acid, *Nature*, 171, 737-738.

Weinfurt, K. P. (2000). Repeated measures analyses: ANOVA, MANOVA, and HLM. (In L. G. Grimm and P. R. Yarnold (Eds.). *Reading and understanding more multivariate statistics*, Washington, DC: American Psychological Association, 317-361).

Weld, J. & L. Funk. (2005). “I’m not the science type”: Effect of an inquiry biology content course on preservice elementary teachers’ intentions about teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 189-204.

Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, England: Open University Press.

Wilke, R.A. & Losh, S.C. (2012). Exploring mental models of learning and teaching in teacher education. *Action in Teacher Education*, 34(3), 221-238.

William, D., Lee, C., Harrison, C. & Black, P.J. (2004). Teachers developing assessment for learning: Impact on student achievement. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 11(1), 49-65.

Wilson, M. (2009). Measuring progressions: Assessment structures underlying a learning progression. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 716–730.

Wilson, M. R., & Bertenthal, M. W. (2005). *Systems for State Science Assessment*. Washington D. C.: National Academies Press.

Wilson, M., & Scalise, K. (2003). Reporting progress to parents and others: Beyond grades. In J. M. Atkin & J. E. Coffey (Eds.), *Everyday Assessment in the Science Classroom* (pp. 89-108). Arlington, VA: NSTApress.

Wilson, M., Sloane, K. (2000). From Principles to Practice: An Embedded Assessment System. *Applied Measurement in Education*, 13(2), 181-208.

Windschitl, M. (2009). Cultivating 21st century skills in science learners: How systems of teacher preparation and professional development will have to evolve. *Presentation given at the National Academies of Science Workshop on 21st Century Skills*, Washington, DC.

Wood-Robinson, C. (1994) Young people's ideas about inheritance and evolution. *Studies in Science Education*, 24: 29-47.

Wright, T., & Hamilton, S. (2008). Assessing student understanding in the molecular life sciences using a concept inventory. *ATN Assessment*, 8, 216–224.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5.bs). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yin, Y., Tomita, K. M., & Shavelson, R. J. (2008). Diagnosing and dealing with student misconceptions about “Sinking and Floating”. *Science Scope*, 31, 34–39.

Yin, Y., Tomita, M.K. & Shavelson, R. J. (2014) Using formal embedded formative assessments aligned with a short-term learning progression to promote conceptual change and achievement in science, *International Journal of Science Education*, 36(4), 531-552.

Young, J.R., Young, J.L., & Shaker, Z. (2012). Technological pedagogical content knowledge literature using confidence intervals. *Linking Research and Practice to Improve Learning*, 56(5), 25-33.

Zhang, F. & Lidbury, B. A. (2012). It’s all foreign to me: learning through the language of genetics and molecular biology. *Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education*, 153–159.

Zion M., Cohen, S. & Amir R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 37, 423- 447.

EKLER

8. EKLER

EK A -Hazırlık Etkinliği 4

Etkinlik: Model Tasarlama

Amaç: Genetikle ilgili kavram yanlışlarını görmek için incelediğiniz makalelerden yola çıkarak öğrencilerin genetik ile ilgili sahip olabilecekleri bilişsel modeli oluşturmak.

Oluşturacağınız modelde yer alacak elementler şunlardır:

1. Anlamli ve tam bir öğrenme sağlamak için genetikle ilgili hangi konular öğretilmeli
2. Bu konularla ilgili hangi öğretim hedefleri konulmalı
3. Bu konularla ilgili öğrenenlerin (sınıf düzeyine göre örn: lise, üniversite, öğretmen adayı) sıklıkla sahip oldukları kavram yanlışları, öğrenme zorlukları neler?
4. Bu konuların her biri için uygun öğretim metodları/aktiviteleri neler olabilir?
5. Bu konuyu öğretmen hem biçimlendirici hem de düzey belirleyici olarak nasıl değerlendirmeli?

EK B- Biçimlendirici Değerlendirme Problar Hazırlama Etkinliği

ETKİNLİK: BİÇİMLENDİRİCİ DEĞERLENDİRME PROBLARI HAZIRLAMA

Hazırlanacak olan sondaları yer alacak olan kısımlar şunlardır:

- 1. Amaç:** Amaç kısmı sondanın hedeflemek için tasarlandığı özgün kavramı tanımlar.
- 2. Ulusal Öğretim Programında bulunan konu ile ilgili kazanımlar**
- 3. İlgili Kavram Yanılgıları Araştırmaları:** Bu kısım yaygın olarak sahip olunan fikirleri (kavram yanılgıları, alternatif kavramlar, yanlış anlaşılmalara, öğrenme zorlukları) tanımlar.
- 4. Genel Bilgiler:** Bu kısımda sondanın hedefi olan kavramla ilgili ilkeleri ve terminolojiyi tanımlar. Ayrıca konu ile ilgili günlük hayattan örnekleri içerir.
- 5. Sondanın Uygulanması:** Bu kısmın ilk paragrafında kısaca kullanılacak sondanın tipi ve öğrencilere nasıl uygulanacağı tanımlanır. İkinci paragrafında ise uygulama için alternatif yöntemler önerilir.
- 6. Anahtar Kelimeler:** Öğrencilerin sondayı tamamlamak için ön bilgiye sahip olması gereken kavramlar listelenir.
- 7. Sonda:** Bu kısım öğrencilerle paylaşılacak olan kısımdır. Hedeflenen konu ile ilgili bir soru hazırlanır, ayrıca öğrencilere sunulacak seçenekler ve neden o seçeneği seçtiklerini sorgulayacak bir kısımdan meydana gelir.
- 8. Anahtar:** Sondanın doğru cevabı ve bununla ilgili açıklama bu kısımda belirtilir. Ayrıca verilebilecek farklı cevapların öğrencinin fikirleri ile ilgili öğretmene nasıl kaynaklık edebileceği belirtilir.

Cevapları Kodlamak için Örnek Rubrik (Aşağıdaki Tablo)

Sondada hedeflediğiniz kavramla ilgili seçenekler genel düzeylerde gruplanacaktır. Bu gruplama başlangıç düzeyinden bilimsel düşünme düzeyine kadar olacaktır. Açıklayıcı sütununda örnek öğrenci ifadeleri veya o düzeyle ilgili genel cevapları içerir. Son sütun ise öğrencilere uygulandıktan sonra cevaplara göre oluşturulan yüzdeleri göstermektedir.

Düzyer/Seviye	Kod	Açıklayıcı	Cevapların %'si
<i>Bilimsel akıl yürütme</i>	3		
<i>Gelişmekte olan akıl yürütme</i>	2		
<i>Başlangıç düzeyinde akıl yürütme</i>	1		
<i>Akıl yürütme açık değil</i>	0A		
<i>Akıl yürütme mevcut değil</i>	0B		

- 9. Uygulama için öneriler:** Kavram yanılgılarına işaret edecek olası fikirler, özün fikirler, ve sondanın hedeflediği kavramlar.
- 10. Kaynaklar:** Sondayı hazırlamak ve öğretmenlere yaptığınız öneriler kısmında kullandığınız kaynaklar

Örnek Uygulama :

Antibiyotik Resistansı: Mutasyon ve Protein Sentezi

Amaç: Öğrencilerin bir popülasyondaki yeni özelliklerin görünüşü ile ilgili bilgilerini ortaya çıkarmak.

Öğretim Programındaki ilgili fikirler:

Örn: 12.Sınıf Ünite 1:

İlgili Kavram Yanılgıları Araştırmaları:

- Lise öğrencilerinde özelliklerin hücrenin çevirebildiği bir bilgiyi taşıyan özgün bir genetik yapı tarafından belirlendiğini düşünmektedirler. Öğrencilerin bir çoğu çevre tarafından üretilen özelliklerin kalıtılabileceğini düşünmektedirler
-

Genel Bilgiler:

Proteinler tüm hücrelerde bulunan ve amino asitlerden meydana gelen karmaşık makromoleküllerdir. Protein sentezi bir organizmanın genotipini fenotipine transfer eden mekanizmadır. Protein sentezi iki aşamada meydana gelir: Transkripsiyon ve Translasyon.

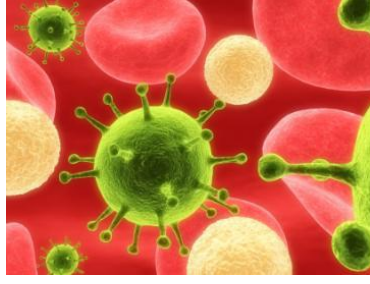
Öğrenciler hücrenin genel fonksiyonlarını ve bu fonksiyonları yürütmek için sahip olduğu özelleşmiş kısımları bilmelidir. Öğrenciler canlıların hücrelerden oluştuğunu belirtse bile canlıları DNA veya protein gibi moleküller ile ilişkilendiremeyebilir.

Sondanın Uygulanması:

Bu sonda konu ile ilgili tanıdık bir olgudan yola çıkılarak hazırlanmıştır. Sondada öğrencilerden kendi düşüncelerine en yakın olan fikri seçmeleri ve bunun nedenini yazmaları istenmiştir. Çeldiriciler programdaki özgün kavramlardan ve ilgili bilimsel araştırmalardan elde edilmiştir.

Bu sonda ayrıca "Bence...Bizce" alıştırması olarak da kullanılabilir. Öğrencilere iki sütun içeren bir kağıt verilip bir sütuna bence diğer sütuna bizce yazılır. Öğrenciler ilk sütuna kendi düşünceleri ve nedenini yazar, daha sonra öğretmen sınıfa fikirlerini gruplar halinde tartışmaları için süre verir. Ve bu da bizce sütünuna yazılır.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik, bakteri



Antibiyotiğe Dirençlilik

Staphylococcus aureus genellikle sağlıklı insanların derisinde veya burunlarında bulunan bir bakteri türüdür. Bu bakteri genellikle zararsız olmasına rağmen derideki çatlaklardan girip enfeksiyona sebep olabilir. Enfeksiyon kabarcıklara ve çıbanlara yol açabilir ve ciddi durumlarda kanı, kemikleri ve eklemleri etkileyebilir. Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* veya MRSA, ağızdan alınan bir antibiyotik olan methicilin ve diğer penisilin içerikli ilaçlar ile yapılan tedaviye direnen bir bakteri soyudur. Aşağıdaki ifadelerden hangisi bakterilerin antibiyotik ilaçlarla tedaviye neden dirençli olduğunu en iyi açıklamaktadır?

- A. Bakteriler kendilerini ilacın etkilerinden koruyan koruyucu bir örtü salgılar.
- B. Bakteriler antibiyotiklere savunmalı (immun) hale gelmiştir.
- C. Bazı insanlar kendilerine yazılan reçeteye tam anlamıyla uymamaktadır.
- D. Antibiyotiğe dirençli bakteriler daha güçlü bakterilerdir.



Bu ifadelerden hangisinin sizce doğru olduğunu belirtiniz ve nedenini açıklayınız.

.....
.....
.....

Anahtar: Doğru cevap C'dir. Çünkü bu bakterilerin hayatta kalmasını sağlayan bir direnç potansiyeli meydana getirir.

A ve B'yi seçen öğrenciler canlıların değişen bir çevrede kendi ihtiyaçları doğrultusunda adapte olabileceği kavram yanılığısına dayanmaktadır. D'yi seçen öğrenciler bakterilerin direnç sağlayan bir mutasyon geçirebileceğini düşünseler de bunun bakterinin üreme ve hayatta kalmasını sağladığını gözden kaçırmışlardır.

Örnek Rubrik

Düzy/Seviye	Kod	Açıklayıcı	Cevapların %'si
<i>Bilimsel akıl yürütme</i>	3	Direnç genini taşıyan bakteriler hayat kalmışlardır ve çoğalırlar Öğrenci C'yi işaretler	
<i>Gelişmekte olan akıl yürütme</i>	2	Bakteri mutasyona uğramıştır Öğrenci D'yi işaretler	
<i>Başlangıç düzeyinde akıl yürütme</i>	1	Bakteri antibiyotiğe karşı savaşmak için mutasyon geçirir. Bakteri antibiyotiğe karşı savaşmayı öğrenir. Öğrenci A veya B'yi işaretler	
<i>Akıl yürütme açık değil</i>	0A		
<i>Akıl yürütme mevcut değil</i>	0B		

Uygulama İçin Öneriler:

Mutasyon kavramı tanıtılır. Bunun için üç harften oluşan kelimeler kartlara yazılabilir. Birinci kartta orijinal cümle, ikinci kartta bir harf eksik (delesyon-çerçeve kayması mutasyonu), üçüncü kartta ek bir harf (insersiyon- çerçeve kayması mutasyonu), dördüncü kartta bir harfin yerine başka bir harf yazılır ama kelime hala anlamlıdır (yerine geçme-yanlış anlam mutasyonu), ve beşinci kartta yine bir harf değişmiş ancak bu kez kelime anlam ifade etmemektedir (yerine geçme- anlamsız mutasyon). Öğrenciler bu kartları gözlemler ve gözlemlerini tartışır.

Kaynaklar:

American Association for the Advancement of Science. 1993. *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
 Biology Corner. (2011). *DNA, RNA, and snorks*. Retrieved from http://www.biologycorner.com/worksheets/DNA_snorks.html
 Driver, R., A. Squires, P. Rushworth, V. Wood-Robinson. 1994. *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London and New York: Routledge Falmer
 Keeley, P. 2005. *Science curriculum topic study: Bridging the gap between standards and practice*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
 Keeley, P. 2008. *Science formative assessment: 75 Practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Zimbra

nazliruya@balikesir.edu.tr

Re: molecular genetics assessment

Kimden : Amber Nicole Todd <amber.todd@wright.edu>

10 Kas 2016 Per 20:57

Konu : Re: molecular genetics assessment

📎 1 ek

Kime : NAZLI RUYA TASKIN <nazliruya@balikesir.edu.tr>

Hi Ruya,

I am doing well, thank you! How are you? I hope it's nice to be back much closer to family! Hope the Ph.D. work is going well too!

Yes, you certainly can use my assessment and translate it into Turkish and use whatever you want for your research. I would say the college version (LPA-MG v2) is the better version to use. Even though we validated it with college students, the questions are a little more refined than v1. Validation of v1 in a high school context is currently in press in Science Education and should be published online at any point.

I believe the instrument (v2) is available as supplemental materials on the IJSE journal website. If it is not, I can certainly send you a word doc with the items and scoring. I don't have it on my new work computer, but I can send it to you tonight when I get home if you need it - just let me know!

Yes, I can help with scoring and with any issues you have. Happy to help!

Hope you're doing well! Thankful for the internet and Facebook where we can still connect! Best,

Amber

Amber Todd, Ph.D.
Director of Assessment
Office of Medical Education
Boonshoft School of Medicine
Wright State University
290 White Hall
3640 Col Glenn Hwy
Dayton, OH 45435

Modern Genetik Değerlendirme Ölçeği- Versiyon 2

Değerli Katılımcılar,

Bu ölçme aracı sizlerin modern genetik konuları ile ilgili bilgi düzeyinizi belirlemek amacı ile hazırlanmıştır. Araştırma bilimsel bir nitelik taşıdığından kişi bilgileri tamamen gizli tutulacaktır. Soruları tam olarak okuduktan sonra kendinize en uygun olduğunu düşündüğünüz seçeneği işaretlemenizi öneririm. Ölçekte yer alan hiçbir cevap alanını boş bırakmamanız sonuçların geçerli bir şekilde değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Zamanınızı ayırdığınız ve değerli katkılarınız için çok teşekkür ederim.

KİŞİSEL BİLGİLER

Adınız-Soyadınız :

Okulunuz :

Sınıfınız : 1. Sınıf 2. Sınıf 3. Sınıf 4. Sınıf5. Sınıf

Cinsiyetiniz :Kadın Erkek

Güncel not ortalamanız:

İletişim bilgileriniz (e-mail veya telefon no):

S1. DNA, genler ve kromozomlar arasındaki ilişkiyi nasıl açıklarsınız?

- Genler, DNA veya kromozomlardan farklı oluşumlardır.
- Kromozomlar genleri meydana getirir ama DNA'yı meydana getirmez.
- Genler kromozomları meydana getirir ve DNA'nın içinde bulunurlar.
- Kromozomlar DNA'yı meydana getirir ama genleri meydana getirmez.
- Genler DNA'yı meydana getirir ve kromozomların içinde bulunurlar.

S2. Aşağıdakilerden hangisi nükleotitler/bazlar, DNA ve hücreler arasındaki ilişkiyi en iyi tanımlar?

- DNA hücreler tarafından oluşturulur ve DNA nükleotitler/bazlar içinde bulunur.
- Hem DNA hem de nükleotitler/bazlar hücrelerin içinde bulunur.
- DNA nükleotitler/bazlardan meydana gelir ve DNA hücreler içinde yer alır.
- Nükleotitler/bazlar, hem DNA hem de hücrelerden farklı oluşumlardır.
- DNA hücrelerden meydana gelir ve nükleotitler/bazlar DNA içinde yer alır.

S3. Genler, kromozomlar ve genomlar arasındaki ilişki nedir?

- Genler kromozomlardan veya genomlardan ayrı oluşumlardır.
- Tüm kromozomlarınız genomunuzu meydana getirir ve kromozomlarınız genleriniz içinde yer alır.
- Genler kromozomlarda bulunur ve tüm kromozomlarınız genomunuzu meydana getirir.
- Tüm genleriniz genomunuzu meydana getirir ve kromozomlarınız genleriniz içinde yer alır.
- Tüm genleriniz genomunuzu meydana getirir ve genleriniz kromozomlarınız içinde yer alır.

S4. DNA'ya zaman zaman "genetik kod" da denmesinin sebebi nedir?

- DNA genlerinizdir.
- DNA proteinleri kodlar.
- DNA dizileri özgün amino asitleri kodlar.
- DNA vücudunuz için gerekli emirleri kodlar.
- DNA hücreleriniz, dokularınız ve organlarınız için kodlama yapar.
- DNA hücreleriniz içindeki biyolojik moleküller için kodlama yapar.

S5. Genlerin amacı nedir?

- Genler, DNA'nız hakkında bilgi verir.
- Genler, hücrelerinizin fonksiyonları için kodlama yapar.
- Genler, hücrelerinizin içinde bulunan biyolojik moleküller için kodlama yapar.
- Genler, özgün amino asit dizilerini kodlar.
- Genler proteinleri kodlar.
- Genler, vücudunuz için gerekli emirleri kodlar.

S6. Çiçek taç yaprağı renginin tek bir gen tarafından kontrol edildiğini varsayın. Sizce kırmızı taç yaprağı geni, bir çiçeğe kırmızı rengi nasıl verir?

- Gen, taç yaprağın hücrelerindeki kırmızı partiküllerikodlar.
- Gen, kırmızı pigment proteinlerini kodlar.
- Gen, kırmızı bir pigment proteini için amino asit dizisini verir.
- Gen, kırmızı taç yaprak dokusunu kodlar.
- Gen, çiçek taç yapraklarına kırmızı olma emrini verir.
- Kırmızı taç yaprak geni DNA ve kırmızı taç yaprakları hakkında bilgi verir.

S7 Proteinlerin canlılardaki fonksiyonlarıyla ilgili olarak hangisi en doğru ifadedir?

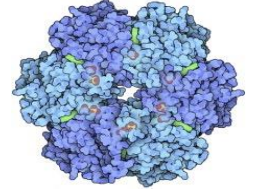
- Proteininfonksiyonu esas olarak proteinin genel 3D (üç boyutlu) yapısına bağlıdır.
- Proteinin fonsiyonu esas olarak, protein yapısını belirleyen amino asitlere bağlıdır.
- Proteinler, hücre içinde önemli işler yaparlar.
- Proteinlerin fonksiyonları yoktur, vücudunuzda asıl işi hücreler yapar.
- Proteinler, vücudunuzun büyümesine yardımcı olan besin maddeleridir.

S8. Farklı proteinler neden farklı fonksiyonlara sahiptir?

- Proteinler size çok sayıda farklı besin maddesi ve olumlu sağlık faydaları sunar.
- Proteinler farklı fonksiyonlar gerçekleştiren farklı parça veya yapılara sahip olabilirler.
- Proteinler kendilerine başka fonksiyonlar kazandıran farklı amino asitlere sahiptir.
- Proteinlerin belirli fonksiyonları yoktur, ancak hücrelerin vardır.
- Proteinlerin farklı fonsiyonları vardır çünkü farklı yapılandırılmışlardır.

S9. Şekildeki protein sizce ne yapar?

- Bu proteinin belirli bir fonksiyonu yoktur. Vücut fonksiyonlarını hücreler gerçekleştirir.
- Bu proteinin fonksiyonu küçük moleküllerin delikten geçmesine izin vermek olabilir.
- Deliğin iç kısmı boyunca dizilen amino asitler hangi küçük moleküllerin oradan geçeceğine karar veriyor olabilir.
- Bu protein vücuda besin maddeleri sağlar. Farklı parçalar, vücudun ihtiyaç duyduğu farklı besin tipleridir.
- Bu proteinin fonksiyonu, proteinin heksagon (altıgen) şekli ve içinden geçen delik ile ilişkilidir.



S10. Genler ve bir organizmada ifade edilen karakterler arasındaki ilişkiyi nasıl açıklarsınız?

- Genler bir organizmada ifade edilen karakterler için emirleri verir.
- Genler, hücrelere organizma için ne yapacaklarını söyler.
- Genler, karakterleri üreten bir proteinin fonksiyonunu belirleyen amino asit dizilimini verir.
- Genler, organizmalarda proteinleri kodlar.
- Genler, bir organizmada ifade edilen karakterleri üreten proteinleri kodlar.
- Organizmalarda, genler ve karakterler ilişkili değildir.
- Genler, organizmalarda bir proteindeki amino asitleri kodlar.

S11. Orak hücre anemisi DNA'daki tek bir nükleotidin A'dan T'ye (Adeninden Timine) değişimi sonucu meydana gelir. Bu durum kırmızı kan hücrelerinin yuvarlak şekilden orak şekline dönüşmesine nasıl yol açar?

- DNA'daki değişim, hücre şeklinde değişiklik yapmak üzere, proteinde bulunan amino asit dizilimini değiştirir.
- DNA'daki değişim, hücre şeklinde değişiklik yapmak üzere, proteinin amino asit dizilimini ve işlevselliğini değiştirir.
- DNA'daki değişim bir proteini değiştirir ve hücre orak hücreli anemideki şekline dönüşür.
- DNA'daki değişim hücrenin orak anemideki şeklini almasına neden olan bir proteini değiştirir.
- DNA'daki değişim, orak hücre anemisi olan bireylerde orak hücrelerin özellikleriyle ilgili emirleri değiştirir.
- DNA'daki değişim, orak hücre anemisi olan bireylerde hücrelere şekil değiştirmelerini söyler.

S12. Meme kanseri riski, BRCA1 mutasyonu bulunan kadınlarda, normal BRCA1 genleri bulunan kadınlara göre daha yüksektir. Bu mutasyon, riskin yükselmesine nasıl sebep olur?

- Mutasyon bir meme proteinini değiştirir, böylelikle BRCA1 mutasyonu bulunan kadınlarda kanser riskini artırır.
- Mutasyon meme hücrelerini değiştirir, böylece BRCA1 mutasyonu bulunan kadınlarda bu hücreler kanserli hücrelere dönüşürler.
- Mutasyon proteindeki amino asit dizilimini değiştirir, böylelikle BRCA1 mutasyonu bulunan kadınlarda meme kanseri riskini artırır.
- Mutasyon meme hücrelerine giden talimatları değiştirir, böylelikle BRCA1 mutasyonu bulunan kadınlarda meme kanseri riskini artırır.
- Mutasyon, BRCA1 mutasyonu bulunan kadınlardaki meme hücrelerinin içinde bulunan bir proteini değiştirir.
- Mutasyon amino asit dizilimini ve protein fonksiyonunu değiştirir, böylelikle BRCA1 mutasyonu bulunan kadınlarda meme kanseri riskini artırır.

S13. Kas hücreleriniz, sinir hücreleriniz ve deri hücreleriniz birbirinden farklıdır, çünkü her bir tür hücre:

- vücudun farklı bölümlerinde yer alır.
- farklı proteinler üreterek farklı genleri aktif hale geçirir.
- içinde farklı proteinlere sahiptir.
- aynı DNA'ya ama farklı proteinlere sahiptir.
- farklı fonksiyonlara sahiptir.
- içinde farklı tür genler bulunur.

S14. Kurbağalarda tek bir genin deri rengini belirlediğini farzedin. Buna göre aşağıdakilerden hangisi deri rengi geni, deri rengi mRNA'sı ve deri rengi proteini için doğrudur?

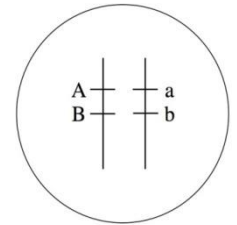
- Deri rengi geni, mRNA'sı ve proteini, kurbağanın vücudundaki tüm hücrelerde bulunur ancak deri rengi sadece deri hücrelerinde bulunur.
- Deri rengi geni ve mRNA'sı kurbağanın vücudundaki tüm hücrelerde bulunurken; protein sadece deri hücrelerinde bulunur.
- Deri rengi geni kurbağanın vücudundaki tüm hücrelerde bulunur; ancak mRNA ve protein sadece deri hücrelerinde bulunur.
- Deri rengi geni, mRNA'sı ve proteini, sadece deri hücrelerinde bulunur.
- Deri rengi geni, mRNA'sı ve proteini, kurbağanın vücudundaki tüm hücrelerde bulunur.

S15. Aşağıdakilerden hangisi vücudunuzdaki hücreleri en iyi tanımlar?

- Hücreler farklıdır çünkü vücudunuzda farklı fonksiyonları yerine getirirler.
- Hücreler vücudunuzdaki farklı fonksiyonlar için farklı proteinler içerirler.
- Vücudunuzdaki çoğu hücre aynı DNA'yı fakat farklı proteinlere sahiptir.
- Hücreler farklıdır çünkü vücudunuzun farklı yerlerinde bulunurlar (derinizdeki veya kaslarınızdaki, vb.).
- Hücreler vücudunuzdaki farklı fonksiyonlar için farklı genler ve DNA içerirler.
- Çoğu hücre aynı DNA'ya sahiptir fakat DNA'ları protein yapmak için farklı genleri ifade ederler.

S16. Şekilde, iki farklı gen içeren bir çift kromozom bulunmaktadır. Bu genler kromozom üstünde birbirine yakın konumda bulunmaktadır ve genetik olarak bağlı varsayılabilirler. A ve a bir genin iki farklı allelini (versiyonlarını veya varyantlarını) temsil ederken; B ve b başka bir genin iki farklı allelini temsil etmektedir. Bu hücre sperm üretmek üzere bölünürse, olası sperm genotipleri nelerdir?

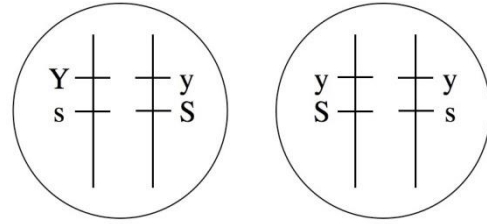
- A, a, B, b. (1)
- Aa, Bb. (2)
- AB, Ab, aB, ab muhtemelen eş ölçüde. (3)
- AB, ab. (4)
- AB ve ab yüksek ihtimalle. Ab ve aB düşük ihtimalle. (5)



S17. Mayoz bölünme ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi/hangileri doğrudur?Herhangi birini, hepsini seçebilir veya hiçbirini seçmeyebilirsiniz.

- Ebeveynler karakterleri taşır ve yavru, ebeveynlerinin karakterlerini kalıtım yoluyla alır.
- Her bir ebeveyn yarı genetik bilgisini yavruya geçirir.
- Her bir cinsiyet hücresi her genden bir alel içerir.
- Kromozomlar rastgele ayrılır ve her bir cinsiyet hücresi sadece bir set kromozom içerir.
- Kromozomlar kesitleri değişik tokuş yapabilir ve yeniden birleşebilir, böylece yeni kombinasyonlar oluşturup genetik varyasyonu artırır.

S18. Mısırdaki tane rengi ve düzlüğü iki farklı gen tarafından belirlenir. Sarı (S) renksiz (s) dominanttır.Düzlük (D) ise buruşukluğa (d) dominanttır.Bu iki genin genetik olarak bağlı varsayılabilir kadar yakın olduklarını farzedin.Bir çiftçinin sarı düz (SsDd) bir bitkiyle, renksiz düz (ssDd) bir bitkiyi melezlediğini düşünürsek, yeni bitki tanelerinin görünüşü neye benzeyecektir?



- 50% sarı ve düz, 50% renksiz ve düz olacaktır.
- 25% sarı ve düz, 25% sarı ve buruşuk, 25% renksiz ve düz, ve 25% renksiz ve buruşuk olacaktır.
- 3/8 sarı ve düz, 1/8 sarı ve buruşuk, 3/8 renksiz ve düz, ve 1/8 renksiz ve buruşuk olacaktır.
- 25% sarı ve düz, 25% sarı ve buruşuk, ve 50% renksiz ve düz olacaktır.
- 1/4 sarı ve düz, 1/4 sarı ve buruşuk, and 1/2 renksiz ve düz olacaktır.Renksiz buruşuk bir tane nadiren olabilir ama imkansız değildir.

S20. Bazı durumlarda bir karakter ailede bir nesilde görülme bile sonraki nesillerde tekrar ortaya çıkabilir. Eğer ebeveynlerin herhangi birinde bu karakter yokken çocukların bazılarında bulunursa, bu karakter ile ilgili ne sonucuna varırsınız?

- Ebeveynler hem dominant hem resesif protein üreten bir dominant bir de resesif allele sahiptir. Bazı dominant proteinlere sahip olduklarından resesif karakter ortaya çıkmaz. Karaktere sahip olan çocuklar karakterin ortaya çıkması için ikisi deresesif proteinler üreten allelin iki resesif kopyasını almışlardır.
- Bu ailenin bireyleri bu karakterin farklı versiyonlarına sahiptir. Ebeveynler karakterin bir versiyonunu taşıırken, çocuklar başka bir versiyonu taşıyor olabilirler. Bazen hala-teyze, amca-dayı, büyük anne-baba gibi aile bireyleri, çocuklarla bir karakterin aynı versiyonuna sahip olabilirler ve bu karakter nesil atlayabilir.
- Çocuklar ebeveynlerinden karakterlerin bir karışımını alırlar. Ebeveynler kendi karakterlerini çocuklara geçirirler, bunlar da çocuklarda görülen karakterleri üretmek üzere karışırlar. Karaktere sahip olan çocuklar kendilerinde görülen karakteri üretecek resesif karakterleri ebeveynlerinden alırlar.
- Hem anne hem baba genin resesif halinin taşıyıcısıdır, ki bu da her birinin bir dominant alele ve bir resesif alele sahip olduğu anlamına gelir. Karakteri taşıyan çocuklar her bir

ebeveynden bir resesif alel almıştır. Karakteri taşımayan çocuklar ise her bir ebeveynden en az bir dominant alel almıştır.

- Karakterin kaynağı, her birinde küçük farklar olan iki alele sahip olan bir gendir. Her iki ebeveyn de her bir kopyanın (dominant ve resesif) birinden bulunur ve karakteri taşıyan çocuklar resesif protein üreten resesif kopyalardan ikisine sahiptir. Karakteri taşımayan çocuklar alelin en az bir dominant kopyasına sahiptir.

S21. Bir bahçıvan beyaz çiçekli bir bitkiyle kırmızı çiçekli bir bitkiyi melezlemiş ve pembe çiçekli bir bitki elde etmiştir. Bu pembe renkli bitkiyi nasıl ve neden elde etmiştir?

- Çiçeklerin hepsi taç pigment rengi karakterinin farklı versiyonlarına sahiptir. Bu karakterin kırmızı, beyaz ve pembe versiyonları bulunur. Bitkiler taç yaprağa rengini veren bu versiyonlardan birine sahiptir.
- Pembe çiçekli bitki her iki ebeveynden karakterler almıştır. Beyaz çiçekli bitki beyaz çiçek karakteri, kırmızı çiçekli bitki, kırmızı çiçek karakteri vermiştir. Pembe taç rengi bitkinin aldığı bu iki karakterin karışımıdır.
- Pembe çiçekli bitki her bir ebeveynden, bir gen veya alel almıştır. Beyaz çiçekli bitki beyaz, kırmızı çiçekli bitki, kırmızı çiçek alleli vermiştir. Pembe renk eksikdominantlıktan kaynaklanır çünkü bitki kırmızı ve beyaz allellere sahiptir
- Taç pigment rengi geni, bir kırmızı veya beyaz protein kodlanmasını sağlayan küçük değişiklikler taşır. Beyaz çiçekli bitki beyaz proteinler yapmak için iki beyaz alel; kırmızı çiçekli bitki kırmızı proteinler yapmak için iki kırmızı alele sahiptir. Pembe çiçekli bitki her bir ebeveynden bunların birini alır.
- Pembe çiçekli bitki, kırmızı ve beyaz proteinler üretmek için her biri çok az farklılık gösteren kırmızı veya beyaz pigment alellere sahiptir. Pembe çiçekli bitki her iki proteini de üretir ve pembe renk, bulunan bu iki proteinden kaynaklanır.

S22. Yandaki görsel üç farklı organizmayı yansıtmaktadır: bir erkek çocuk, bir kız çocuk ve bir meyve sineği. Bu üç organizmanın birbirinden farklı görünme sebebi nedir?



- Organizmalar farklı karakterlere ve fonksiyonlara sahiptir, bu yüzden farklı görünürler.
- Farklı organizmalar farklı görümlerine neden olacak farklı genetik bilgiye sahiptir.
- Farklı organizmalar tür içinde bile farklı genetik bilgiye sahiptir, bu yüzden farklı görünürler.
- Aynı türe ait organizmalar bazı benzer ve farklı DNA'ya sahiptir.
- Bazı DNA'lar türler arasında farklılık gösterirken bazıları göstermez; insanlar sineklerle bazı ortak genlere sahiptir.
- Bazı DNA'lar türler arasında farklılık gösterirken bazıları göstermez; benzer DNA larhayati önem taşıyan özellikleri kodlar.

S23. Organizmalar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?Herhangi birini, hepsini seçebilir veya hiçbirini seçmeyebilirsiniz.

- Organizmalar bazı farklı karakterlere ve fonksiyonlara sahiptir.
- Organizmalar bazı farklı genetik bilgilere sahiptir.
- Aynı türe ait organizmalar bazı farklı genetik bilgilere sahiptir.
- Aynı türe ait organizmalar bazı farklı ve bazı benzer genetik bilgilere sahiptir.
- Farklı türe ait organizmalar bazı farklı ve bazı benzer genetik bilgilere sahiptir.
- Ortak DNA hayati özellikleri kodlar; ne kadar benzer olursa, gen ürünü de o kadar hayatidir.

S24. Türler arasındaki ve içindeki genetik farklılıklar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur?Herhangi birini, hepsini seçebilir veya hiçbirini seçmeyebilirsiniz.

- Türler arasındaki ve içindeki genetik farklılıklar sadece karakterler ve organizma fonksiyonları arasındaki farklılıklardır.
- Farklı türlere ait organizmalarda bazı genetik bilgi farklılıkları vardır.
- Bir türe ait organizmalarda bazı genetik bilgi farklılıkları vardır.
- Bir türe ait organizmalarda bazı genetik bilgiler benzerdir.
- Farklı türlere ait organizmalarda bazı benzer genetik bilgiler vardır.
- Genetik bilgi ne kadar benzerse, gen ürünü o kadar hayatidir.
-

S25.DNA daki değişimler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur? Herhangi birini, hepsini seçebilir veya hiçbirini seçmeyebilirsiniz.

- DNA'daki değişimler türlerde genetik varyasyonun azalmasına neden olur.
- DNA'daki değişimler bir türe ait organizmaların farklı görünmesine neden olur çünkü farklı DNA'ya sahiptirler.
- DNA'daki değişimler bir organizmanın üreme başarısı için faydalıya da zararlı olabilir.
- DNA değişimleri protein yapısını veya fonksiyonunu etkileyebilir. Bu değişimler bir organizmanın üreme başarısı için faydalı, zararlı veya etkisiz olabilir.
- DNA değişimleri genetik varyasyonu artırarak zaman içinde türün evrimine sebep olabilir.

S26. Bir grup yetişkin siyah fare, siyah kayalık ortamından beyaz kumlu bir ortama taşınmıştır. Fareler üremeye başlamış ve yavru farelerden biri beyaz kürk ile doğmuştur. Beyaz fare ile ilgili :

aşağıdaki ifadelerden hangisi/hangileri doğrudur? Herhangi birini, hepsini seçebilir veya hiçbirini seçmeyebilirsiniz.

- Kürk rengi değişimi farelerde genetik varyasyonun artması ile meydana gelmiştir. Ancak bu durum farelerin zamanla evrilmesine yol açmaz.
- Beyaz fare farklı görünür çünkü genetik olarak farklı bir organizmadır.
- Kürk rengi değişimi habitata bağlı olarak, farenin üreme başarısı için faydalı veya zararlı olabilir.
- Genetik mutasyon bir protein yapısını veya fonksiyonunu değiştirmiştir; ve bu durum farenin üreme başarısı için faydalı, zararlı veya etkisiz olabilir.
- Kürk rengi değişimi genetik varyasyonun artması ile ortaya çıkar ve zaman içinde farenin evrimine sebep olur.

S27. DNA' daki mutasyonlar, insanlar da dahil olmak üzere organizmaların genomlarında meydana gelir. Bu mutasyonların en önemli özelliği nedir?

- Mutasyonlar farklı türlerin farklı görünmesini ve görev yapmasını sağlar. Türlerin farklı özgün habitatları ve fonksiyonları vardır ve mutasyonlar bunu değiştirebilir.
- Mutasyonlar bir türe ait organizmaların farklı görünmesine ve görev yapmasına neden olur. Bir mutasyon tür içindeki bir bireyi değiştirebilir.
- Mutasyonlar bir organizmanın üreme başarısı için faydalı veya zararlı olabilecek değişimlere yol açar.
- Mutasyonlar bir organizmanın üreme başarısı için faydalı, zararlı veya etkisiz olabilecek protein yapısı veya fonksiyon değişimine neden olabilir.
- Mutasyonlar faydalı, zararlı veya etkisiz olabilir ancak genetik varyasyon sağlarlar ve bir türün zamanla evrilmesine yol açabilirler.

S28. Bir birey üzerinde çevrenin etkisi, eğer varsa, nedir?

- Çevrenin hiçbir seviye organizma üzerinde etkisi yoktur. Çevre bizi etkileyemez.
- Çevre, karakterlerimizi ve fonksiyonlarımızı etkileyebilir ama hücreler, proteinler ve genler üzerinde etkisi yoktur.
- Çevre, hücrelerimizi, organlarımızı veya dokularımızı etkileyebilir.
- Çevre, DNA veya genler veya proteinler gibi hücrelerimizin içindeki şeyleri mutasyona uğratabilir.
- Çevre, hücre fonksiyonlarını etkileyen proteinlerin türünü ve miktarını değiştirebilir.
- Çevre, proteinlerin ifadesini (ekspresyonunu) veya proteinleri değiştiren genlerin mutasyona uğramasına neden olabilir.

S29. Bilim insanları IS ve belirli kanserler gibi karmaşık özellikler üzerindeki genetik ve çevresel etkileri nasıl açıklar?

- Çevre özellikleri belirlemede bir etkiye sahip değildir; özellikler sadece genleriniz tarafından belirlenir.
- Çevre, insanlar %99.9genetik olarak eş olduğundan, karakterlerin belirlenmesinde büyük bir rol oynar.
- Çevre hücre, organ ve doku fonksiyonlarını etkileyebilir ancak genleri değiştiremez.
- Çevre, özellikleri etkileyen genetik yapıyı değiştirebilir.
- Çevre proteinlerin tür ve miktarını değiştirebilir, ki bu hücre fonksiyonunu ve karakteri etkiler.
- Çevre genleri mutasyona uğratabilir, bu da proteinlerin yapısını veya ifadesini hücreler ve karakterlere etki yapmak üzere değiştirir.

S30. Frank ve Fred 60 yaşında tek yumurta ikizleridir.Frank hiç sigara içmemiş ancak Fred 20 yaşından beri sigara içmektedir. Daha genç yaşlarında insanlar onları birbirinden ayıramamışlardır. Ancak şimdi Fred'indaha çok kırıxıklığı, beyazlamış saçları, öksürüğü ve akciğer kanseri vardır.Frank, daha az kırıxıklığa, beyaz saça sahiptir ve öksürüğü ve akciğer kanseri yoktur. Aşağıdakilerden hangisi, ikizinde bulunmazken Fred de akciğer kanserinin nasıl ve neden olduğunu en doğru açıklayan ifadedir?

- Sigaranın Fred'in akciğer kanseriyle bir ilgisi yoktur; kanserde genetik faktörler rol oynamıştır.
- Sigara içmek Fred'in akciğer kanserinin, kırıxıklıklarının ve öksürüğünün sebebidir, çünkü kardeşinde bu semptomlar yoktur.
- Sigara akciğer hücrelerine zarar vermiş ve biriken katran bazı akciğer hücrelerinin kanserli hale dönüşmesine sebep olmuştur.
- Sigara Fred'in DNA'sına ve genlerine zarar verip değiştirerek kansere sebep olmuştur.
- Sigara akciğer hücrelerindeki proteinlerin türüne ve miktarına kansere neden olacak biçimde zarar vermiştir.
- Sigara proteinlerin ifadesini (ekspresyonunu) veya proteinleri değiştirerek genleri, kansere neden olacak şekilde mutasyona uğratmıştır.

S31. Genç bir adamda diğer hiçbir dokuya yayılmayan deri kanseri gelişmiştir. Doktor,bu kansere tek bir deri hücresinde kendiliğinden ortaya çıkan bir mutasyonun sebep olduğunu söylemiştir. Eğer bu adam ve eşi (eş deri kanseri taşıyor) deri kanseri tanısından sonar çocuk sahibi olurlarsa, aşağıdaki ifadelerden hangisinin doğru olma olasılığı en yüksektir?

- Deri kanseri döllere geçecektir.
- Mutasyon döllere ve adamın soyundan gelenlerindeki hücrelerine geçecektir.
- Deri kanseri döllere geçmeyecektir.
- Deri kanseri döllere geçmeyecek ancak adamın soyundan gelenlerin deri hücrelerine geçecektir.

S32. Bir bireye meme biyopsisi yapılmış ve meme kanseri ile ilişkili bir gende mutasyonla doğduğu anlaşılmıştır. Bu mutasyon döllere geçebilir mi?

- Bu mutasyon döllere geçemez.
- Biyopsi ile bulunan bir özellik olduğuna göre mutasyon döllere geçebilir.
- Bu bir mutasyon olduğuna göre, yavruya geçebilir.
- Gametlerde bulunan bir mutasyon olduğuna göre, yavruya geçebilir.
- Bu mutasyon tüm hücrelerde bulunan bir mutasyon olduğuna göre, döllere ve bu bireyin soyundan gelenlerin hücrelerine geçebilir.

S33. Matthew'un köpeği Shadow'un derisinde bir yumru bulunmaktadır. Matthew köpeği veterinerine götürdüğünde, bunun kanser olduğu söylenir. Veteriner Matthew'a kanserin tek bir hücrede kendiliğinden oluşan bir mutasyonla başladığını ve yayılmadığını söyler. Shadow ve bir dişi köpeğin yavruları olsa, bu yavrular deri kanserini kalıtsal olarak alırlar mı?

- Kanser kalıtım yoluyla aktarılabilir, bu yüzden yavrulara geçebilir.
- DNA mutasyonu Shadow'un vücudundaki atasal deri hücrelerine ve ayrıca yavrulara geçebilir.
- Mutasyon yavrulara geçemez bu yüzden kanseri kalıtım yoluyla almazlar.
- DNA mutasyonu Shadow'un vücudundaki atasal deri hücrelerine geçebilir ancak yavrulara geçmez.

S34. Gen ifadesi (ekspresyonu) nasıl düzenlenir veya kontrol edilir?

- Gen ifadesi düzenlenmez veya kontrol edilmez.
- Genler gelişim sırasında etkin hale gelir ve yaşam boyunca kalır.
- Genler gelişim sırasında etkin hale veya kapalı hale gelir.
- Genler canlınyşamı boyunca uygun zamanlarda etkin veya kapalı hale gelir.

S35. Bireyin yaşamı boyunca hangi zamanlarda gen ifadesi değişebilir (ör. genlerin etkinleşip devre dışı kalması)?

- Gen ifadesi bir bireyin yaşamı boyunca değişmez.
- Genler doğumda etkin hale gelir ve yaşamınız boyunca etkin kalır.
- Gen ifadesi sadece gelişim, ergenlik ve menopoz gibi yaşamın önemli safhalarında değişebilir.
- Gen ifadesi bir canlının tüm yaşamı boyunca doğumdan sonar herhangi bir zamanda değişebilir.

S36. Bilim insanları genetik olarak tek yumurta ikizi fareler üretmişlerdir. Farelerin kaldığı kafesler, yiyecek, su ve diğer tüm malzemeler aynı olmuştur. Ancak, bilim insanları farelerin zaman içinde birbirinden biraz farklı görünmeye başladıklarını farketmişlerdir. Aşağıdakilerden hangisi farelerin neden farklı görünmeye başladıklarını en iyi açıklar?

- Fareler tek yumurta ikizidir, bu yüzden genetiğe bağlı olarak farklı görünmeleri mümkün değildir. Herhangi bir farklılık kafeslerin odanın hangi tarafında tutulduğu veya hangi farenin daha önce beslendiği gibi dış faktörlere bağlıdır.
- Tek yumurta ikizi fareler aynı DNA'ya sahiptir ancak farelerde farklı genler etkinleşmiş olabilir. Etkinleşen farklı genler farelerin farklı görünmesine yol açmış olabilir.
- Tek yumurta ikizi fareler aynı DNA ya sahiptir ancak gelişim esnasında genler etkinleşmiş veya kapanmış olabilir ve bu da farklı görünmelerine neden olmuştur.
- Tek yumurta ikizi fareler aynı DNA ya sahiptir ancak farklı görünmelerini sağlamak üzere farklı genler hayatları boyunca etkinleşmiş veya kapanmıştır.

EK E- Yarı- yapılandırılmış görüşme soruları

Adı- Soyadı:

Sınıf:

Cinsiyet:

Tarih: ___/___/___
/_____

Saat (Başlangıç/Bitiş) _____

Giriş

Merhaba, adım Nazlı Ruya Taşkın, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı'nda hem doktora öğrencisi hem de aynı ana bilim dalında araştırma görevlisiyim. Biyoloji öğretmen adaylarının biyoloji konuları ve bu konuları değerlendirmeye ilgili fikirlerini kapsayan bir araştırma yapıyorum. Bu amaçla size bazı sorular sorular soracağım. Görüşmeye başlamadan önce, bu görüşmenin gizli olduğunu ve görüşmede konuşulanları sadece benim ve birlikte çalıştığım bazı araştırmacı arkadaşlarımın bileceğini belirtmek isterim. Ayrıca araştırma raporunda isminiz kesinlikle yer almayacak, isminiz yerine takma isimler veya kodlar kullanılacaktır. Görüşmemize başlamadan önce katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim, sormak istediğiniz herhangi bir soru veya belirtmek istediğiniz bir düşünceniz varsa paylaşmanız beni memnun eder. Konuşmalarımız veri kaybı olmaması için kaydedilecektir. Bu konuda ne düşünüyorsunuz? Görüşmemizin yaklaşık yarım saat süreceğini tahmin ediyorum izin verirsiniz sorulara geçmek istiyorum.

ÖN GÖRÜŞME

1. Türkiye lise (9-12. sınıflar) biyoloji dersi öğretim programında modern genetik kapsamında bulunabilecek konuların hangi sınıf düzeylerinde olduğunu biliyor musunuz?"
2. Sizce modern genetikle ilgili konulardan hangilerini öğrenmek öğrenciler için zordur ve siz hangi konuları öğretmen olduğunuzda anlatırken zorlanabileceğinizi düşünüyorsunuz?
3. Öğretmenlik uygulamasında gözlemlediğiniz biyoloji öğretmeni modern genetik konularını öğretmek için ne gibi öğretim stratejileri kullanıyor?"
4. Siz o sınıfların öğretmeni olsaydınız modern genetik konularını öğretmek için ne gibi öğretim stratejileri kullanırdınız?
5. Bir lisede biyoloji öğretmenliği yapıyor olsaydın modern genetik konularını anlatmak için hangi kaynakları kullanırdın ve bu kaynakları nasıl kullanırdın?
6. Kavram yanlışsı nedir? Kendi cümlelerinizle ifade eder misiniz?
7. Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını nasıl tespit edersiniz?
8. Öğrencilerin kalıtım ve modern genetik konuları ile ilgili sahip olabileceklerini düşündüğünüz yaygın kavram yanlışları nelerdir?
9. Öğrencilerin sahip olabilecekleri bu kavram yanlışlarını nasıl giderebiliriz?
10. DNA gibi küçük bir şeyin içinde o kadar fazla bilginin nasıl saklanabildiğini hayal edemiyorum" diyen bir öğrencinin sahip olduğu öğrenme güçlüğüne gidermek için nasıl aktiviteler veya gösterimler yapabilirsiniz?
11. 9-12. Sınıflar için üreme, kalıtım ve moleküler biyoloji konuları için anahtar niteliğinde olan 12 konu söyleyiniz.
12. Belirttiğiniz 12 anahtar konunun hangi mantıksal sıra ile öğretilmesinin daha uygun olacağını gösterecek şekilde hiyerarşik olarak sıralayınız.
13. Belirttiğiniz 12 anahtar konu arasındaki sıralamayı neden bu şekilde yaptınız? Sizce bu sıralama önemli midir? Önemliyse neden?
14. Biçimlendirici değerlendirme nedir?

SON GÖRÜŞME

1. Türkiye lise (9-12. sınıflar) biyoloji dersi öğretim programında modern genetik kapsamında bulunabilecek konuların hangi sınıf düzeylerinde olduğunu biliyor musunuz?”
2. 9.-12. Sınıflar için modern genetik konuları için anahtar niteliğinde olduğunu düşündüğünüz 12 konu/kavram” yazınız.
3. Belirttiğiniz 12 konuyu/ kavramı hangi mantıksal sıra ile öğretilmesinin daha uygun olacağını gösterecek biçimde aralarında ilişki kurarak sıralayınız.
4. Ön görüşmeden bu yana konuların sıralamasını önemine ilişkin fikirlerinizde bir değişim oldu mu? ?Bu sıralamayı neden bu şekilde yaptığınızı belirtiniz.
5. Etkinlikler sırasında öğrendiklerinizi de göz önünde bulundurursanız bir lisede biyoloji öğretmenliği yapıyor olsaydınız modern genetik konularını anlatmak için hangi kaynakları kullanırdınız ve bu kaynakları nasıl kullanırdınız?
6. Etkinliklerden edindiğiniz deneyimle kavram yanlışlığının ne olduğunu kendi cümlelerinizle ifade edebilir misiniz?”
7. Etkinliklerden elde ettiğiniz deneyimden sonra öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarını nasıl belirleyebileceğinizi düşünüyorsunuz?”
8. Etkinlikler sırasında edindiğiniz deneyimle öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarını nasıl giderebilirsiniz?”
9. Lise öğrencilerinin kalıtım, genetik, moleküler biyoloji gibi modern genetik konularında sahip olabilecekleri yaygın kavram yanlışları nelerdir”
10. Etkinliklerden edindiğiniz deneyimle sizce modern genetikle ilgili konulardan hangilerini öğrenmek öğrenciler için zordur ve siz hangi konuları öğretmen olduğunuzda anlatırken zorlanabileceğinizi düşünüyorsunuz?”
11. Siz o sınıfların öğretmeni olsaydınız modern genetik konularını öğretmek için ne gibi öğretim stratejileri kullanırdınız?
12. Bir öğrenciniz size gelip “öğretmenim ben DNA gibi küçük bir molekülün içinde o kadar bilginin nasıl saklanabildiğini hayal edemiyorum” dedi. Öğrencinin sahip olduğu bu öğrenme güçlüğünü gidermek için ne gibi öğretim stratejileri kullanabilirdiniz?”
13. Bu etkinlikler boyunca “değerlendirme” ile ilgili fikirleriniz değişti mi? Etkinlikler sizi zorladı mı veya daha önceden sahip olduğunuz ön bilgiler sizi etkiledi mi?
14. Öğretmenlik mesleğine başladığınızda bu değerlendirmelerden ve aktivitelerden hangilerini kullanabileceğinizi düşünüyorsunuz?

EK- 6 İçerik Gösterimi Tablosu

KONU/ÜNİTE:

Sınıf Düzeyi:

Merkezi Fikir/	A.	B.	C.	D.	E.
Öğrencinin neyi anlamasını veya (yapmasını) istiyorsunuz?					
İlgili Kavramlar					
Öğrencilerin bunu bilmesi neden önemlidir?					
Bu fikirle ilgili (öğrencilerin henüz bilmesini istemediğiniz) ne biliyorsunuz?					
Bu fikri öğretmekle bağlantılı zorluklar ve sınırlılıklar					
Bu fikri öğretmenizi etkileyecek öğrenci düşünceleri (ön bilgileri, kavramları, kavram yanılgıları) ile ilgili bilginiz					
Bu fikri öğretmenizi etkileyecek diğer faktörler (hazırbulunmuşluk, sınıf yönetimi problemleri, bağlam bilgisi vb.)					
Kullanılacak özgün stratejiler ve öğretim prosedürleri (ve bunları kullanmanız için geçerli özgün sebepler)					
Öğrencinin bu fikirle ilgili anlayışını veya karmaşıklığını meydana çıkaracak özgün yollar					
Değerlendirme Stratejileri					